

Fonte:

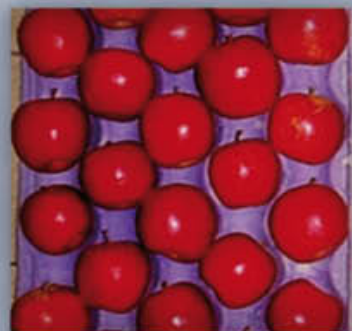
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1077784/fruticultura-em-ambiente-protegido>

FRUTICULTURA

em ambiente protegido

2ª edição

Geraldo Chavarria
Henrique Pessoa dos Santos
Editores Técnicos



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

FRUTICULTURA

em ambiente protegido

2ª edição

***Geraldo Chavarria
Henrique Pessoa dos Santos***
Editores Técnicos

Embrapa
Brasília, DF
2013

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515
CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS
Caixa Postal 130
Fone: (54) 3455-8000 | Fax: (54) 3451-2792
cnpuv.sac@embrapa.br | www.cnpuv.embrapa.br

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB)
Av. W3 Norte (Final)
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236 | Fax: (61) 3448-2494
livraria@embrapa.br | www.embrapa.br/livraria

Unidade responsável pelo conteúdo Embrapa Uva e Vinho Comitê de Publicações
Presidente: *Mauro Celso Zanus* Secretária-executiva: *Sandra de Souza Sebben* Membros:
Alexandre Hoffmann, César Luís Girardi, Flávio Bello Fialho, Henrique Pessoa dos Santos,
Kátia Midori Hiwatashi, Thor Vinícius Martins Fajardo, Viviane Maria Zanella Bello Fialho
Unidade responsável pela edição Embrapa Informação Tecnológica

Coordenação editorial: *Selma Lúcia Lira Beltrão, Lucilene Maria de Andrade, Nilda Maria da Cunha Sette* Supervisão editorial: *Wyviane Carlos Lima Vidal* Revisão de texto: *Maria Cristina Ramos Jubé* Revisão do e-book: *Francisca Elijani do Nascimento* Normalização bibliográfica: *Iara Del Fiacco Rocha* Editoração eletrônica: *Renato Berlim Fonseca, Leandro Sousa Fazio* Capa: *Leandro Sousa Fazio* **1ª edição**
1ª impressão (2012): 2.000 exemplares

2ª edição

E-book (2013)

Nota: A Embrapa é uma empresa que respeita os direitos autorais. No entanto, não conseguimos localizar os autores de algumas imagens utilizadas nesta obra. Se você é autor de alguma ou conhecer quem o seja, por favor, entre em contato com a Embrapa Informação Tecnológica, no endereço acima.

Todos os direitos reservados.

Para uso exclusivo de EMBRAPA UVA E VINHO. A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Informação Tecnológica

Fruticultura em ambiente protegido / Geraldo Chavarria, Henrique Pessoa dos Santos, editores técnicos. – 2 ed. – Brasília, DF : Embrapa, 2013.

E-book: il. color.

E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso.

ISBN 978-85-7035-306-1

1. Cultivo protegido. 2. Fruta de clima temperado. 3. Fruta tropical. I. Chavarria, Geraldo. II. Santos, Henrique Pessoa dos. III. Embrapa Uva e Vinho.

CDD 634

© Embrapa 2013

Autores

Alexandre Augusto Nienow

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Produção Vegetal, professor e pesquisador da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

alexandre@upf.br

Aparecida Conceição Boliani

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia/Produção Vegetal, professora adjunta da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP

boliani@agr.feis.unesp.br

Aquidauana Miqueloto

Engenheira-agrônoma, mestre em Produção Vegetal, doutoranda na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

aquidauanamiqueloto@hotmail.com

Carlos Reisser Junior

Engenheiro-agrícola, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

carlos.reisser@cpact.embrapa.br

Carlos Ruggiero

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Produção Vegetal, professor emérito e pesquisador da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP

ruggiero@fcav.unesp.br

Cassandro Vidal Talamini do Amarante Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita,

professor e pesquisador da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC

amarante@cav.udesc.br

Celso Luiz Bordignon Júnior

Farmacêutico Bioquímico, mestre em Agronomia, Passo Fundo, RS

jr89130@yahoo.com.br,

Cristiano André Steffens

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor e pesquisador da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC

steffens@cav.udesc.br

Erval Rafael Damatto Junior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Horticultura, pesquisador científico da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), Pariquera-Açú, SP

erval@apta.sp.gov.br

Eunice Oliveira Calvete

Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia/Horticultura, professora e pesquisadora da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

calveteu@upf.br

Geraldo Chavarria

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor e pesquisador da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS

geraldochavarria@upf.br

Heloisa Ferro Constâncio Mendonça

Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, Marechal Cândido Rondon, PR

geraldochavarria@upf.br

Henrique Pessoa dos Santos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS
henrique@cnpuv.embrapa.br

José Francisco Martins Pereira

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS
jose.pereira@cpact.embrapa.br

Luiz Aurélio Peres Martelleto

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ
luizmarte@hotmail.com

Luiz de Souza Corrêa

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas, professor titular da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, SP
lcorreia@agr.feis.unesp.br

Maria Cristina Rodríguez Pastor

Bióloga, doutora em Biologia, pesquisadora do Departamento de Fruticultura Tropical do Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (Icia), Universidad de La Laguna (Tenerife), Ilhas Canarias, Espanha crpastor@icia.es

Rosiani Castoldi da Costa

Bióloga, doutora em Agronomia, Passo Fundo, RS
rosianicastoldi@yahoo.com.br

Víctor Galán Saúco

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador do Departamento de Fruticultura Tropical do Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (Icia), Universidad de La Laguna (Tenerife), ilhas Canarias, Espanha vgalan@icia.es

Agradecimentos

Os editores desta obra agradecem, inicialmente, a dedicação e o empenho de todos os autores dos capítulos, sem os quais esta obra não seria possível. Além disso, estende-se o agradecimento à Iara Del Fiaco Rocha, Maria Cristina Ramos Jubé e Juliana Meireles Fortaleza, pela eficaz atuação na revisão e organização do texto.

Os autores Victor Galán Saúco e Erval Rafael Damatto Junior também agradecem aos colaboradores, Dr. Ahmed Ait-Oubahou (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Agadir, Marrocos), Dra. Hamide Gubbuk (Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Antalya, Turquia) e Dr. Yair Israeli (Jordan Valley Experimental Station, Zemach, Israel), as importantes contribuições ao capítulo *Cultivo de bananeira em ambiente protegido*.

Alexandre Augusto Nienow agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs), à Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul, à Capes e à Universidade de Passo Fundo (UPF) pelo apoio financeiro e bolsas de iniciação científica e de pós-graduação, que viabilizaram a realização do trabalho de pesquisa com a cultura da figueira em ambiente protegido. Agradece, ainda, à professora Eunice Oliveira Calvete, pelo trabalho em equipe; aos acadêmicos de Agronomia, hoje já formados, Eduardo Meggiolaro, Lucas Zerbielli e Maurício Bonafé; a aos mestrandos do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UPF, também já titulados, Adilar Chaves e Cristiano Reschke Lajús.

Cassandro V. T. do Amarante e coautores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) o apoio financeiro aos trabalhos com cultivo protegido de macieira, os quais geraram informações importantes utilizadas neste livro. Agradecem, também, à empresa Rasip Agro Pastoril S.A. (Vacaria, RS), às cooperativas Sanjo e Cooperserra (São Joaquim, SC) e ao produtor Nelton Rodrigues (Urupema, SC), por disponibilizarem os pomares de macieiras, onde foi conduzida a maioria dos experimentos. Ademais, os autores fazem questão de agradecer a todas as pessoas que auxiliaram na execução dos trabalhos de pesquisa, em especial Poliana Francescatto, Franciele Muniz, Mayara Cristina Stanger, Odimar Zanuzo Anardi, Tiago Miqueloto, Clarice Megguer, Felipe Córdova da Rosa, Franciele de Souza, Aline Cristina Velho, Davi Werner Ventura, Bruno Pansera Espíndola, João Paulo Generoso Silveira, Rodolfo Saldanha, Tamara Pereira, Clenilson Sehnem Mota, Henrique Pessoa dos Santos, Amanda Maria Furtado Drehmer, Ana Regina da Costa, Daniela Vieira Chaves, Anderson Simioni, Aline Santos, Thaís Roseli Corrêa, Mariuccia Schlichting de Martin, Hélio Tanaka e Carlos Kato.

Henrique P. Santos e Geraldo Chavarria, autores do capítulo *Cultivo de videira em ambiente protegido*, agradecem ao CNPq, à Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio Grande do Sul (Fapergs) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) o apoio financeiro para a realização dos trabalhos de pesquisa que geraram informações utilizadas no referido capítulo. Além disso, esses autores demonstram grande gratidão aos produtores da Granja Venturin, da Vinícola Giacomini, dos Vinhedos

da Eletropeças/Dicosul e à família do Sr. José Milani, por cederem as áreas para realização de experimentos; bem como às empresas Terra Toledo Coberturas/Propex do Brasil e Aleplast Embalagens Plásticas Ltda., por financiarem ensaios e fornecerem insumos para coberturas. Agradecem, também, a todas as pessoas que, de modo direto ou indireto, auxiliaram na execução desses trabalhos de pesquisa com videira, especialmente os pesquisadores da Embrapa, Mauro Celso Zanús, Celito Guerra, Francisco Mandelli (aposentado), Gildo Almeida da Silva, Japiassú de Melo Freire (aposentado), Olavo Roberto Soneto (aposentado) e George Wellington de Melo; aos professores Homero Bergamaschi da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Cassandro V. T. do Amarante da Universidade Estadual de Santa Catarina (Udesc), João Ito Bergonci (UFRGS), Gilmar A. Marodin (UFRGS); e aos alunos Clenilson Sehnen Mota, Loana Cardoso, Odimar Zanuzo Zanardi, João Felippeto, Pablo Bolzan Junior, Davi Werner Ventura, Leandra Felippeto, Maicol Venturin, Flávia Comiran e Bruna M. M. Heckler.

Os autores do capítulo *Cultivo do pessegueiro em ambiente protegido* agradecem aos colegas pesquisadores drs. Bernardo Ueno e Dori Edson Nava, pelos resultados parciais em fitossanidade. Também agradecem à Gerdau e ao Grupo Textiloeste, pelo fornecimento de materiais para desenvolvimento dos trabalhos.

Apresentação

Nesta última década, diversas pesquisas na produção agrícola em ambiente protegido foram conduzidas no Brasil, reduzindo, consequentemente, a defasagem em relação aos outros países. Embora essa tecnologia seja mais amplamente utilizada na produção de hortaliças e flores, em anos mais recentes observaram-se resultados significativos para o seu emprego na produção de frutas.

Muitos ensaios foram conduzidos em campo no intuito de gerar informações básicas e necessárias sobre como conduzir adequadamente plantas frutíferas com hábitos de crescimento, formas de manejo e ciclos totalmente diferentes, e como ajustar os sistemas de coberturas plásticas, tela antigranizo, a essas características específicas. Paralelamente, diversas variáveis foram medidas com a finalidade de avaliar quantitativamente e qualitativamente o microambiente, o efeito sobre o desenvolvimento das plantas, a redução nos tratamentos fitossanitários e as frutas no ponto de colheita.

O livro *Fruticultura em ambiente protegido* contém informações extremamente importantes para técnicos, produtores, professores universitários, estudantes de graduação e pós-graduação, visando ao cultivo de bananeira, figueira, macieira, mamoeiro, morangueiro, pessegueiro e videira em ambiente protegido.

Lucas da Ressurreição Garrido
Chefe-Geral da Embrapa Uva e Vinho

Prefácio

No período neolítico, há aproximadamente 12.000 anos, povos caçadores-coletores notaram que os grãos obtidos na natureza poderiam produzir novas plantas iguais às que os originaram. A partir dessa observação tiveram início as práticas de manejo agrícola, que em conjunto com a seleção e domesticação de plantas, ampliaram a produção e a facilidade de obtenção de alimento (MAZOYER; ROUDART, 2001)¹. Desse período inicial até a atualidade, a agricultura teve grandes avanços, com a introdução de novas cultivares e com a implantação de novas técnicas de cultivos, garantindo a oferta de alimento no mundo.

Quando se compara a evolução de cultivos anuais de grandes áreas e o cultivo de espécies frutíferas, principalmente das espécies perenes, observa-se uma grande diferença no campo de inovação. Nos cultivos anuais, as grandes mudanças estão atreladas à geração e ao uso de novos genótipos, enquanto, para as espécies frutíferas, a inovação ocorre principalmente nas ações de manejo (MULLINS et al., 1992)², pelo fato de o melhoramento de uma nova cultivar ser muito mais moroso. Diante desse fato, salienta-se que, além da contínua busca por novos genótipos que atendam as demandas dos consumidores e das condições ambientais, é imprescindível que ocorra o avanço das técnicas de cultivo para a sustentabilidade de produção dessas espécies frutíferas.

Os fatores físicos, químicos e biológicos de um determinado local exercem grande influência sobre a qualidade e produtividade que um genótipo pode atingir. Dentre esses fatores, existem aqueles de

ação direta, como a radiação solar, temperatura, água, nutrição e presença de pragas e doenças; e aqueles de ação indireta, exemplificados pela latitude, longitude e textura do solo (ALVIM, 1962)³. No âmbito das plantas, os fatores de ação direta constituem o microclima e, com a intervenção das técnicas de cultivo, podem ser modulados para que as plantas possam expressar o máximo potencial genético.

Na agricultura contemporânea, com o avanço no conhecimento científico e técnico, as práticas de manejo têm sido aprimoradas para cada cadeia produtiva, permitindo grandes conquistas, que vão desde incrementos em quantidade e qualidade de produção em regiões tradicionais de cultivo até a expansão das áreas de cultivo para regiões não tradicionais, adequando os limites dos genótipos à realidade ambiental de cada local. Entre esses avanços, destaca-se o desenvolvimento do cultivo protegido no Brasil, no início na década de 1980, adotando os benefícios do uso de filmes plásticos para o controle microclimático dos plantios.

O cultivo protegido no Brasil foi primeiramente adotado na produção de morango, flores e hortigranjeiros, proporcionando grandes benefícios em qualidade e garantia de produção (SGANZERLA, 1995)⁴. Basicamente, essa técnica propiciou manipulações microclimáticas que permitiram a extensão territorial e temporal de cultivos, aumentando a oferta de produtos em locais e estações do ano que eram considerados inviáveis para cultivo convencional. Com essas evidências e com o desenvolvimento industrial de novos tipos de plásticos para uso agrícola, a partir dos anos 1990 surgiram novas possibilidades de coberturas plásticas, tais como as lonas impermeabilizadas para proteção de cultivos. De

posse desses produtos, as pesquisas em cultivos protegidos foram intensificadas no Brasil, propiciando grandes benefícios para as espécies frutíferas, as quais apresentam demandas crescentes por práticas de manejo que visam a incrementos de qualidade e baixos riscos para saúde do consumidor.

A proteção plástica exerce uma grande influência sobre a área de cultivo, a qual pode promover consequências positivas e negativas sobre as plantas e sobre o manejo fitossanitário e fitotécnico. É, portanto, essencial que os produtores e técnicos procurem sempre por avanços no conhecimento científico dessa nova forma de produção. Nesse ponto, destaca-se que, no Brasil, ainda existe uma grande carência por informações técnicas específicas para o cultivo protegido de espécies frutíferas. A ausência ou restrição dessas informações técnicas tem limitado a implantação e a expansão desse sistema de cultivo, que, baseado nas experiências com hortigranjeiros, pode ser uma alternativa viável e sustentável, principalmente para o cultivo de espécies frutíferas que apresentam produtos com alto valor agregado e que enfrentam restrições ambientais de cultivo. Essa viabilidade está atrelada, principalmente, à estabilidade de produção e ao incremento de qualidade da fruta, o que favorece diretamente a sustentabilidade comercial.

Os efeitos do cultivo protegido dependem das características dos materiais de cobertura, da cultivar, do manejo fitotécnico e fitossanitário e do mesoclima de cada local. Resultados citados neste livro salientam que as alterações microclimáticas impostas pela cobertura se apresentam promissoras no manejo de doenças fúngicas, principalmente em regiões que ocorre excesso de chuva durante o período de produção e maturação. Sendo assim, o cultivo

protegido pode ser uma das alternativas ou, até mesmo, uma das soluções para atender a atual exigência por sistemas de produção que proporcionem frutos de qualidade com menor risco ao consumidor, como a agricultura orgânica. Isso tona-se mais relevante nos casos em que a suscetibilidade a doenças de genótipos tem limitado o avanço desses cultivos orgânicos, sendo o cultivo protegido uma estratégia para auxiliar nessas dificuldades. Além disso, o cultivo protegido pode ser uma das ferramentas para que os produtores possam manter a oferta de frutas de qualidade nos futuros cenários de mudanças climáticas globais, considerando as expectativas de variações pluviométricas e térmicas nas principais regiões produtoras no País.

De forma geral, neste livro estão apresentados resultados recentes de pesquisa com cultivo protegido de espécies frutíferas, os quais podem servir de referência para instrução e implementação dessa distinta técnica de produção. É importante destacar também que o leitor (técnico, produtor, estudante ou interessado no assunto) deve considerar essa técnica como um novo sistema de produção, principalmente por exigir distinções de manejo fitotécnico, de manejo fitossanitário e de comercialização da produção, em relação ao cultivo convencional.

Os editores

Capítulo 1

Cultivo de bananeira em ambiente protegido

Víctor Galán Saúco

Erval Rafael Damatto Junior

Introdução

A ideia do cultivo de frutas tropicais em ambiente protegido é antiga, sendo que na Europa os primeiros abacaxis produzidos nesse sistema foram cultivados durante o reinado de Luis XIV na França (PY, 1967). O grande interesse do cultivo em ambiente protegido na Europa diminuiu a partir do final do século 19, quando as frutas produzidas nas regiões tropicais começaram a ser exportadas para a Europa. Mesmo assim, o cultivo em estufas de vidro se mantém até os dias atuais na ilha portuguesa de São Miguel, nos Açores; além disso, também se cultiva em estufas de plástico e malha nas Ilhas Canárias.

Das frutíferas tropicais de importância comercial cultivadas em ambiente protegido nos subtrópicos, três são as que mais se destacam: a banana (*Musa acuminata* Colla), o abacaxi (*Ananas comosus* (L) Merr) e o mamão (*Carica papaya* L.) (GALÁN SAÚCO et al., 2004; GALÁN SAÚCO; RODRÍGUEZ PASTOR, 2007). Nessas espécies monoaxiais, o crescimento vegetativo precede a fase reprodutiva, produzindo-se, nos dois primeiros casos, a floração e, em seguida, a frutificação, após terminar a fase de crescimento vegetativo; e, no caso do mamão, em que as fases

vegetativa e reprodutiva ocorrem simultaneamente, as flores aparecem na axila de cada folha.

Em todos os casos as condições que favorecem o crescimento vegetativo são também benéficas para a floração e frutificação. Essas espécies respondem favoravelmente às boas práticas culturais, e, quando são empregadas corretamente, permitem a obtenção de altos rendimentos nas regiões tropicais, na ausência de condições climáticas adversas ou de incidência de graves pragas ou doenças. Consequentemente, pouca melhora em produtividade pode ser obtida nos trópicos, excetuando-se as advindas da introdução de cultivares mais produtivas ou mais resistentes a pragas e doenças. Sem dúvida alguma, a situação é bastante diferente nas regiões subtropicais, definidas por Samson (1986) como sendo áreas com isoterminia do mês mais frio em torno dos 10 °C, onde as temperaturas no inverno paralisam o crescimento das espécies tropicais. Isso, contudo, pode ser benéfico para as espécies poliaxilares do tipo lenhoso, em que o estresse causado pelo frio induz a floração (ALBRIGO; GALÁN SAÚCO, 2003); porém, é uma grande desvantagem para as espécies monoaxiais, causando, entre outros problemas, falhas no florescimento, alongamento do ciclo produtivo e problemas de qualidade de fruto.

A duração do ciclo de produção da bananeira é especialmente determinada pela temperatura e pelo regime hídrico. O meristema, situado no ápice da planta, determina desde muito jovem a diferenciação sucessiva de folhas. Num determinado momento do desenvolvimento da planta e depois de ser diferenciado certo número de folhas, variável segundo a cultivar e condições do meio, o meristema testa uma ação hormonal. Estudos realizados para a

cultivar Pequena Enana indicam que a influência da temperatura é quase total abaixo dos 20 °C (GREEN; KUHNE, 1970). Não se pode melhorar o desenvolvimento e o crescimento da planta por nenhum outro método cultural, a não ser os aumentos na temperatura. O número total de folhas que emerge até a emissão da inflorescência não é fixo para as diversas cultivares de bananeira, variando entre 25 e 40; mas, no caso do subgrupo Cavendish, a emergência do cacho ocorre uma vez que a planta tenha emitido cerca de 24 folhas com tamanho de limbo foliar superior a 10 cm de largura (LASSOUDIERE, 2007). Os efeitos das baixas temperaturas se manifestam claramente na diminuição do ritmo de emissão de folhas, parâmetro muito utilizado em estudos fenológicos e comparativos entre cultivares e conhecido cientificamente por sua sigla inglesa LER (*leaf emission rate*). Em condições adequadas de temperatura, pode-se esperar a emissão de uma folha semanal. De uma maneira geral, considera-se que mais de 3 folhas mês⁻¹ é significado de crescimento vigoroso sob condições subtropicais (KUHNE et al., 1973). Tanto a diferenciação como a emissão de folhas é paralisada totalmente com 11 °C, e para algumas cultivares abaixo dos 16 °C.

Tanto no caso da bananeira e do abacaxi, ambas partenocárpicas, como no caso do mamão em que a polinização das plantas hermafroditas não requer a presença de insetos, não há necessidade da realização de técnicas culturais que favoreçam a polinização entomófila, como é o caso de espécies arbóreas poliaxilares, nem tão pouco a polinização manual que se faz necessária em algumas trepadeiras tropicais. Assim sendo, não é de se estranhar o êxito do cultivo em ambiente protegido, cujo efeito

principal é o aumento de temperatura, bem como outras vantagens, tais como proteção contra o vento, aumento da atividade fotossintética e diminuição da evapotranspiração, com consequente diminuição da demanda hídrica.

Os maiores produtores mundiais de banana em ambiente protegido são Marrocos, com aproximadamente 4.000 ha (informação verbal)⁵, e Espanha, com 3.213 ha⁶.

No Marrocos, essa área atingiu seu máximo desenvolvimento em 1994 com 4.650 ha (GALÁN SAÚCO et al., 2004), contudo decresceu, em 1999, em virtude de restrições às importações de material vegetal (HANAFI; PAPASOLOMONTOS, 1999). A área de banana sob ambiente protegido no Marrocos provavelmente continuará diminuindo nos próximos anos, em razão da competição da banana importada da América do Sul.

A área de cultivo de bananeiras sob ambiente protegido nas Ilhas Canárias vem crescendo continuamente, mas seu futuro dependerá da capacidade de sobrevivência da banana produzida nessa região frente às contínuas alterações ocorridas no mercado europeu, com a redução gradual das tarifas de importação, bem como mudanças para introdução do produto no mercado europeu.

A tarifa de importação de bananas provenientes de outros países fora da União Europeia (UE), com exceção da ACP (África – Caribe – Pacífico), a partir de 1/1/2011, é de € 148,00/t, contudo passará a € 143,00/t, e chegará ao patamar de € 75,00/t até 2020 (GALÁN SAÚCO, 2011).

O cultivo de banana em ambiente protegido mantém-se com grande importância na Turquia, com 2.500 ha de cultivo, de um total de 4.000 ha (informação verbal)⁷.

Em Israel, o cultivo de bananas em ambiente protegido vem se destacando. No começo dos anos 1990, foram plantadas algumas parcelas experimentais. Em 2003, havia apenas 100 ha de cultivo protegido, e, atualmente, cultiva-se ao redor de 1.250 ha (40% da área plantada), sendo que todas as novas plantações são sob ambiente protegido e subsidiadas pelo governo com 50% de diferença entre os cultivos em ambiente aberto e em ambiente protegido. Supõe-se que o cultivo sob malha atinja de 70% a 80% do total da área plantada neste País (informação verbal)⁸.

Pequenas plantações comerciais sob plástico também podem ser encontradas em Creta (72 ha), Chipre (260 ha), Líbano (65 ha), e na região portuguesa do Algarves (12 ha). Ainda existem áreas menores de cultivo na Coreia, Tunísia e Argentina (GALÁN SAÚCO, 2002). Na década de 1990, poucos hectares foram cultivados sob ambiente protegido na África do Sul. No Irã, é cultivado cerca de 50 ha no norte do país, na região adjacente ao mar Cáspio (informação verbal)⁹. Também foram realizadas algumas tentativas desse tipo de cultivo na Sardenha e Sicília, obtendo-se bons resultados produtivos, contudo sem um retorno econômico que justifique o uso dessa tecnologia (PALA et al., 1993).

Vantagens e desvantagens do cultivo de banana em ambiente protegido

O cultivo da bananeira em ambiente protegido é uma técnica desenvolvida nas Ilhas Canárias para aumentar a produtividade e enfrentar a difícil e acirrada competição com as multinacionais que disputam o mercado consumidor europeu. A melhor qualidade

comercial, o menor risco aos danos climáticos, a melhora na eficiência do uso da água, a possibilidade de introduzir novas práticas culturais – dentre elas uma maior facilidade para o cultivo orgânico, em virtude de maior isolamento a agentes patogênicos–, e o aumento da produção levam grande parte dos produtores a dedicar-se atualmente a esse tipo de cultivo nas Ilhas Canárias, onde um terço das áreas cultivadas com banana está em condições de ambiente protegido.

As principais vantagens do cultivo de banana em ambiente protegido têm sido estudadas enfaticamente nas Canárias (GALÁN SAÚCO, 1992; GALÁN SAÚCO; CABRERA CABRERA, 2002) e destacam-se:

- Aumento do número de horas – muito reduzidas no inverno ao ar livre em condições subtropicais – com temperatura superior a 20 °C, considerada como limite, abaixo da qual não se pode incrementar o crescimento e desenvolvimento da bananeira por nenhuma outra técnica de cultivo (GREEN; KUHNE, 1970). (Tabela 1 e Figura 1).
- Proteção contra o vento e demais condições climáticas adversas (queimadura por sol ou granizo).
- Diminuição do consumo de água, ao reduzir a evapotranspiração em torno de 25%, sendo essa a principal razão para o aumento das plantações cobertas com malha em Israel, onde são relatadas reduções na quantidade de água aplicada entre 25% e 40% (entre 6.000 m³ ha⁻¹ e 7.000 m³ ha⁻¹

de economia de água por ano), sendo observada a maior redução no Vale de Jordão (informação verbal)[10](#).

- Aumento da superfície foliar e, conseqüentemente, aumento da capacidade fotossintética.
- Redução do ciclo da planta para menos de 12 meses nas regiões subtropicais, desde o plantio até a colheita, e possibilidade de obtenção de 3 ciclos a cada dois anos.
- Obtenção de cachos maiores e mais pesados, em condições subtropicais.
- Aumento no tamanho dos dedos do cacho (bananas).
- Teórica prevenção da difusão de sigatoka, já que os dois tipos de inóculo do fungo – conídios e ascósporos – são disseminados principalmente pelo vento (CARLIER et al., 2000), fator sem importância para Canárias, onde essa doença não foi detectada; contudo, é válido para outras regiões produtoras, principalmente nos trópicos.

Tabela 1. Ação da temperatura sobre o crescimento e desenvolvimento da bananeira.

Temperatura (°C)	Resposta
47	Ponto de morte térmica da folha (irreversível)
40	Parada de crescimento. Ocorrência de estresse hídrico. Fechamento estomático. Murcha temporária. A temperatura da folha pode atingir 45 °C
38	Aconselhável esfriar as folhas
31 ⁽¹⁾	LER ótimo. NAR reduzida. Estômatos abertos. Sem estresse
27 ⁽¹⁾	Balanço ótimo LER x NAR (ótima produtividade)
22 ⁽¹⁾	Ótimo NAR. LER reduzido. Ótimo para iniciação floral
20	Limite mínimo de temperatura que permite melhorar o crescimento por técnicas culturais
16	Paralisação do desenvolvimento (LER = 0 e paralisação da expansão foliar)
14 a 11	Paralisação do crescimento (queda na assimilação de matéria seca)
13	Ocorrem danos na qualidade da fruta. Estrias marrons no interior da casca
9	Destruição da clorofila na folha. Amarelecimento da folha
6	Coagulação do látex do pericarpo. Perda da capacidade de maturação
0	Danos por congelamento. Morte das folhas

⁽¹⁾ Média; LER: *leaf emergence rate* = ritmo de emissão de folhas; NAR: *net assimilation rate* = acúmulo de matéria orgânica por unidade de área foliar e tempo ou ganho líquido de assimilados fotossintetizados por unidade de área e tempo. É uma medida líquida média de troca de CO₂. $NAR \times LAI = CGR = \textit{crop growth rate}$ = ritmo de crescimento. Fonte: adaptado de Robinson (1993).

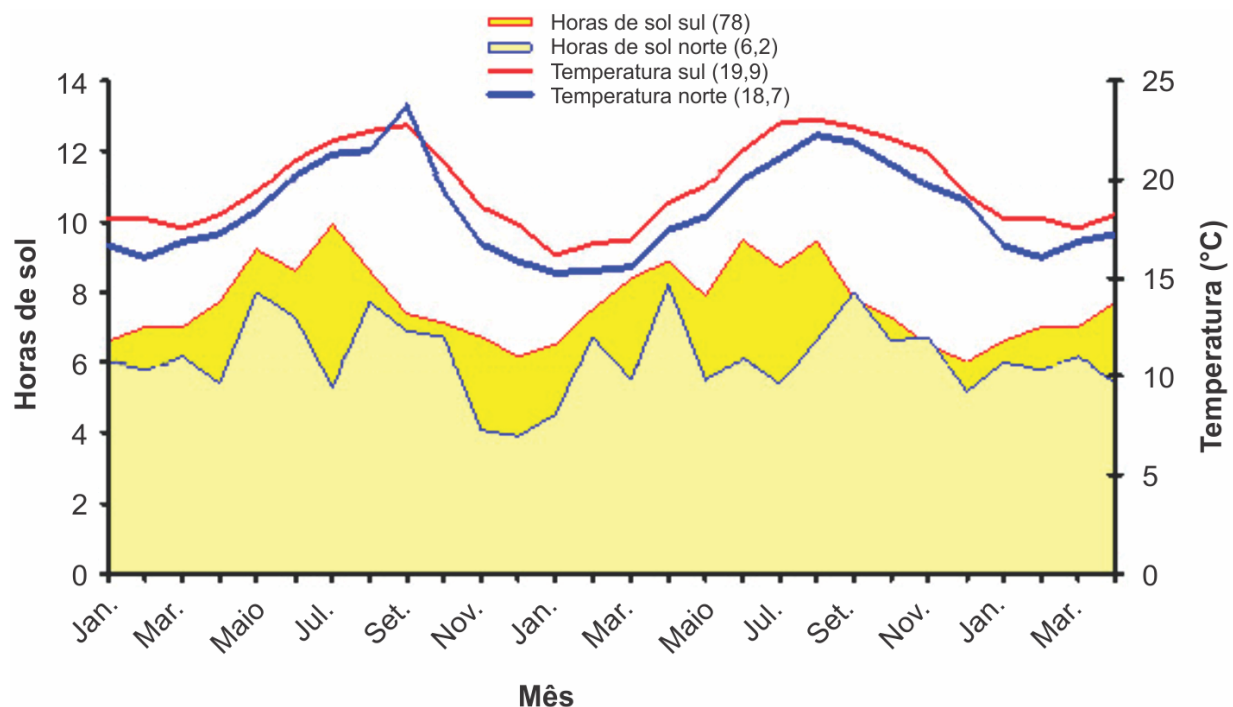


Figura 1. Condições de temperaturas típicas de algumas zonas de cultivo nas Ilhas Canárias, Espanha.

Todos esses pontos são de fundamental importância para reduzir custos e incrementar a produtividade. Em algumas regiões das Ilhas Canárias, observou-se que o peso dos cachos aumentou 61,7% sob cultivo protegido (GALÁN SAÚCO et al., 1998), o que se reflete em produtividade média acima de 80 t ha^{-1} por ano (excepcionalmente 100 t ha^{-1}), em comparação com as médias de 60 t ha^{-1} anuais em plantações de alta produtividade ao ar livre, e em torno de 40 t ha^{-1} para as produções médias de Canárias. Produtividades semelhantes foram observadas em cultivos protegidos no Marrocos (JANICK; AIT-OUBAHOU, 1989), e também em Israel e Turquia.

O aumento da produtividade é consequência do fato de que nessa espécie o crescimento vegetativo precede ao florescimento e à frutificação, não havendo competição entre os processos. As

condições que favorecem o crescimento, obtidas em ambiente protegido bem conduzido em áreas subtropicais, também favorecem o florescimento e a frutificação e, por fim, a produtividade.

A produtividade é determinada especialmente pelas condições de temperatura e estado da planta no momento da diferenciação floral, sem que exista competição entre os processos vegetativo e reprodutivo. Assim sendo, qualquer condição que favoreça o crescimento, tais como as conseguidas em ambiente protegido bem manejados em condições subtropicais, favorecerá a produtividade (GALÁN SAÚCO, 2002). Certamente a redução da duração do ciclo, em razão do aumento de temperatura, influi também de forma notória sobre a rentabilidade de uma exploração de banana.

As principais desvantagens do cultivo em ambiente protegido são:

- Elevado investimento inicial e de manutenção – Os custos das estufas variam de acordo com o país e com as condições climáticas, especialmente em razão da intensidade dos ventos. As estufas têm um custo mínimo de € 12,00/m² nas Ilhas Canárias, comparados com € 1,50/m² a € 3,50/m² no Marrocos, € 10,40/m² na Turquia, sem incluir a cobertura plástica, e cerca de US\$ 3,00/m² em Israel (o dobro de uma plantação normal). A esse custo devem-se acrescentar os custos de reposição das coberturas e das laterais das estufas que podem ser € 2,00/m² nas Canárias. O custo de reposição (incluindo material e mão de obra) na Turquia é de € 1.300,00 a € 1.500,00 por 1.000 m² (informação verbal)^{[11](#)}.
- Impacto visual – Especialmente importante em locais como as Ilhas Canárias, onde o turismo é muito importante. Essa é a

razão pela qual as estufas foram esquecidas na ilha portuguesa de Madeira.

- Difícil eliminação das coberturas – Como não existem coberturas biodegradáveis, é preciso queimá-las ou enterrá-las.

Tipos de estufas utilizadas para o cultivo de banana

Marrocos

As primeiras estufas utilizadas no Marrocos eram estruturas de 5 m a 6 m de altura, que cobriam uma área de 1 ha a 1,25 ha (JANICK; AIT-OUBAHOU, 1989), chegando, atualmente, em alguns casos, até a 2 ha de extensão. Recentemente utilizam-se com maior frequência estruturas de 6,5 m a 7 m de altura construídas com postes galvanizados, seguindo o modelo desenvolvido nas Ilhas Canárias (Figura 2).

As dimensões mantiveram-se as mesmas que as das bobinas de plástico (3 m a 6 m de largura por 120 m a 140 m de comprimento). Uma única bobina de filme se estende sobre uma estrutura de madeira – geralmente de eucalipto – ou de metal, resultando, assim, numa estufa básica marroquina, de 100 m a 125 m de comprimento, com teto plano e extremidades curvadas.

O plástico utilizado é normalmente o de 180 micras a 220 micras de espessura, o que faz necessário substituí-lo a cada três anos. A ventilação se obtém abrindo e fechando seções das paredes laterais, ainda que, em algumas áreas, a cobertura pode ser

enrolada ao redor da estrutura, deixando aberturas que podem gerar perdas excessivas de temperatura durante o inverno. Nas laterais mais expostas ao sol é comum fazer uma caiação para reduzir o aquecimento excessivo durante o verão.



Figura 2. Construção de estufa para cultivo protegido de bananeira nas Ilhas Canárias, Espanha.

Foto: Arquivo documental do Icia.

Ilhas Canárias

A estufa típica das Ilhas Canárias (Tabela 2), descrita por Galán Saúco (1992) e Galán Saúco et al. (1998), atualmente ainda utilizada sem maiores modificações (GALÁN SAÚCO et al., 2004), excetuando-se àquelas referentes às coberturas, que serão

mencionadas ao final deste capítulo, consiste numa estrutura montada diretamente na área, com tubos metálicos e arame galvanizado. Os tubos empregados possuem diâmetro entre 2 polegadas e 4 polegadas, comprimento entre 6 m e 7 m e são fixados ao solo sobre bases de concreto.

Tabela 2. Características mínimas de uma estufa de bananeira nas Ilhas Canárias⁽¹⁾.

Parâmetro	Características mínimas da estufa
Altura	Centro: 6 m a 7 m Lateral: 5,5 m
Estrutura	Primeiro perímetro da estufa: tubos de 6 m e 3" de diâmetro a 2,5 m de separação Segundo perímetro da estufa: tubos de 6 m e 2" de diâmetro a 2,5 m de separação Pés internos: tubos de 6 m e 2" de diâmetro a 5 m x 10 m de separação Bases de concreto: 30 cm x 25 cm Malha de arame principal: 2,5 m x 2,5 m aço trançado de 3 mm de diâmetro Malha de arame de fixação: galvanizado e de 4 mm de diâmetro
Fixação da cobertura	Fixação do plástico ou malha entre a dupla malha arame galvanizado plastificado de 2,6 mm e 1,6 mm de diâmetro, formando redes de 25 cm x 40 cm
Tipo de cobertura	Filme de polietileno de 720 bitolas com malha intercalada a cada 6 ou 8 m de 1,5 m de largura. Como alternativa nos locais mais quentes, sem problemas de maresia (brisas salinas procedentes do mar), podem ser utilizadas malhas de polietileno tipo monofilamento. Atualmente existe uma ampla oferta de coberturas, tanto de malha monofilamento como de filme plástico de diferentes características (três camadas, térmico, celloclim, etc.). As coberturas de malha podem chegar de 8 a 10 anos de durabilidade, e as de plástico dificilmente superam 3 anos, ainda que o celloclim pode chegar a ter uma durabilidade semelhante à da malha

⁽¹⁾ Existem diferentes tipos de estruturas para ambiente protegido. Para efeitos didáticos, é descrito, a seguir, o tipo de estrutura mais utilizado nas Ilhas Canárias, destacando que já existem diversas empresas especializadas na construção dessas estruturas.

A cobertura de malha, filme de polietileno ou diferentes combinações desses materiais é presa entre uma rede de arame,

que está apoiada sobre os tubos e esticados por fixadores nas paredes e nas bases de concreto distribuídas ao longo da parcela. Nas zonas relativamente quentes das Ilhas, onde o principal objetivo é proteger as plantas do efeito mecânico do vento, são recomendadas as coberturas de malha, enquanto, nas zonas mais frias, são recomendadas as coberturas de plástico alternando com faixas de malha a cada 6 m para facilitar a ventilação.

A estrutura das estufas dura mais de 20 anos, mas geralmente o plástico deve ser trocado a cada 2 a 3 anos e a malha a cada 5 a 9 anos (Figura 3). No Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (Icia), estão sendo realizados testes para avaliar diferentes tipos de materiais de cobertura para estufas, com ênfase naquelas de maior duração e maior biodegradabilidade.



Figura 3. Reposição da cobertura de estufas nas Ilhas Canárias, Espanha.

Foto: Arquivo documental do Icia.

Num primeiro ensaio (CABRERA CABRERA; GALÁN SAÚCO, 2005), foram avaliados três tipos de cobertura:

- Polietileno (PE) – Polietileno de 750 bitolas nas laterais e teto.
- Malha mista (MM) – Malha mista monofilamento e ráfia nas laterais e no teto.
- Malha (M) 6 x 6 – Malha monofilamento – 6 x 6 para o teto e malha mista monofilamento e ráfia nas laterais.

Os resultados foram semelhantes aos trabalhos preliminares de Galán Saúco et al. (1998), a cobertura de polietileno proporcionou as melhores condições para o desenvolvimento da bananeira, reduzindo a duração do ciclo de cultivo e aumentando o rendimento.

As medidas espectrofotométricas evidenciaram grandes diferenças entre as três coberturas (Figura 4), especialmente na capacidade de redução da penetração da radiação UV, sendo a penetração da luz ultravioleta menor na cobertura PE. As temperaturas mais elevadas foram atingidas sob PE com MM muito próximas e M 6 x 6 nitidamente inferior, semelhante a temperaturas obtidas ao ar livre, ainda que essas diferenças foram atenuadas durante os dias curtos do outono–inverno. Sob a cobertura de PE foi observada menor incidência de ataque de moscas brancas (*Aleurodicus dispersus* e *Leucanoides floccissimus*). Essa redução pode ser em virtude da limitação da penetração de raios ultravioletas, o que já havia sido observado em trabalhos preliminares (HERNÁNDEZ SUÁREZ et al., 2002), de forma semelhante ao observado para moscas brancas em outros cultivos de bananeira (ANTIGNUS et al., 2001).

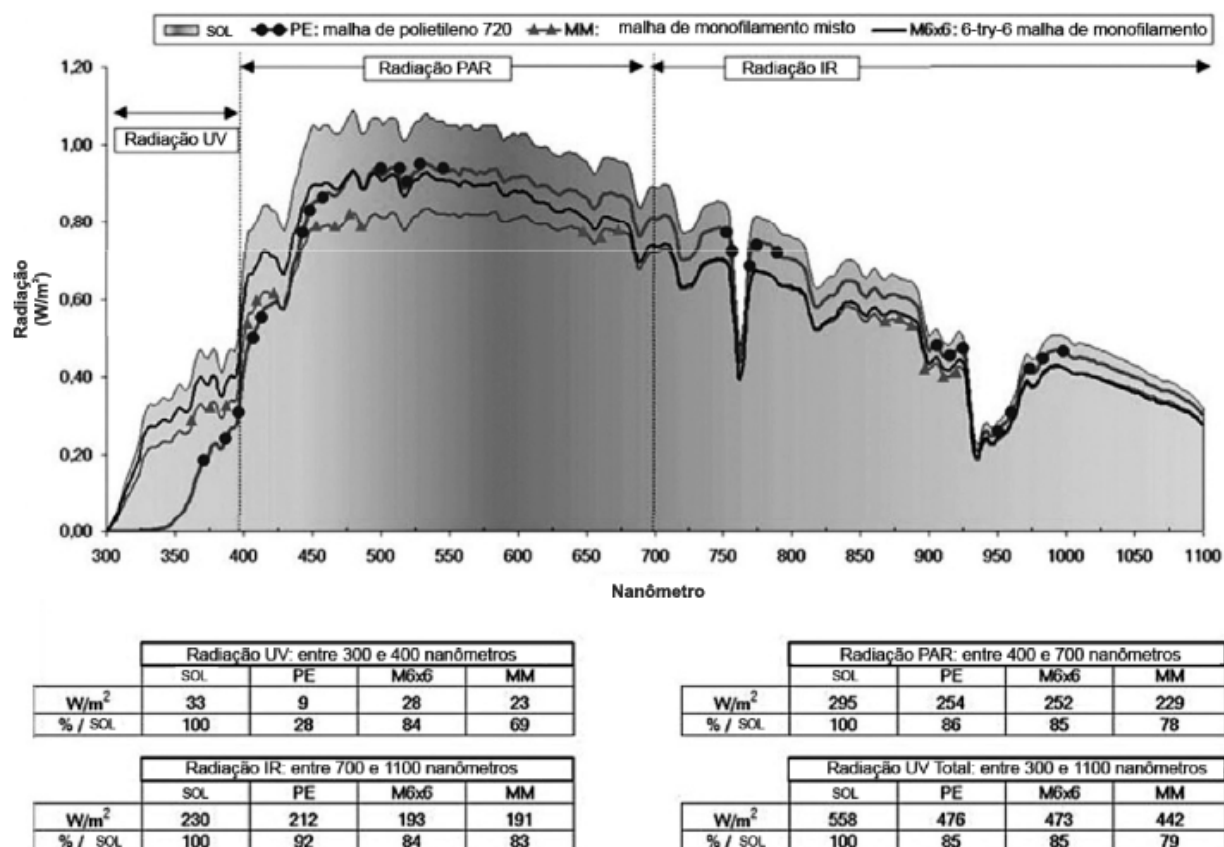


Figura 4. Espectro radiofotométrico sob 3 tipos de coberturas: polietileno de 720 bitolas; malha mista e malha de monofilamento.

Fonte: Cabrera Cabrera e Galán Saúco (2005).

Recentemente foram introduzidos, no cultivo em ambiente protegido para bananeira nas Canárias, novos materiais de plástico térmico tricapa (três camadas) de alta durabilidade, que possui bolhas na base e pode ser utilizado para todo tipo de estufa, muito adequado por suas vantagens nas mudanças no microclima da área coberta.

Cabrera Cabrera e Galán Saúco (2003), testando diferentes coberturas, tais como: filme de polietileno de 860 bitolas térmico tricapa (três camadas) com bolhas de ar malha monofilamento de polietileno de 20 fios cm⁻² × 10 fios cm⁻², malha monofilamento de

polietileno de 16 fios $\text{cm}^{-2} \times 10$ fios cm^{-2} e malha de ráfia branca 50%, observaram que, sob a cobertura de filme de polietileno, houve maior precocidade na emergência do cacho, bem como rendimento; e os piores resultados foram encontrados com uso de malha de ráfia branca, estando ambos resultados relacionados diretamente com a temperatura média registrada sob a cobertura (Figura 5).

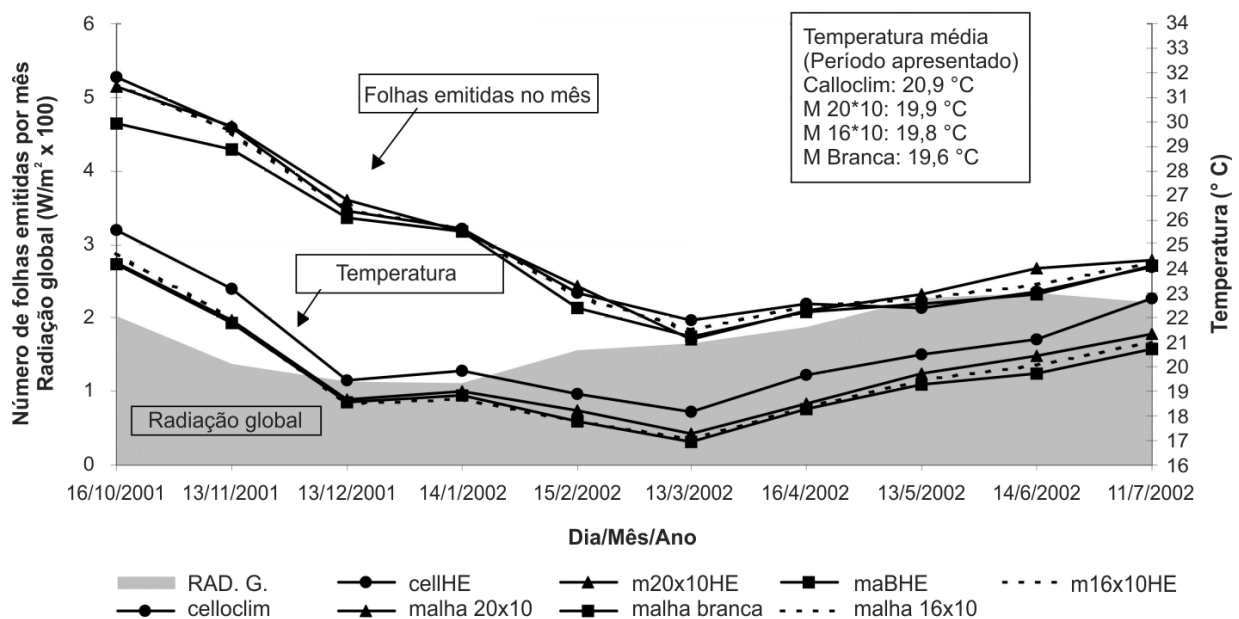


Figura 5. Ritmos de emissão de folhas e sua relação com a radiação e temperaturas obtidas sob diversas coberturas.

Fonte: Cabrera Cabrera e Galán Saúco (2003).

Por outro lado, os novos tipos de malha, inclusive o plástico térmico de três camadas, permitem, nas condições Canárias, manter as mesmas coberturas, sem substituição por períodos superiores a dez anos, exceto no caso de estragos causados por temporais de ventos.

As vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de cobertura se resumem a seguir:

Malhas monofilamentos

- Maior durabilidade.
- Boa ventilação.
- Problemas de salinidade em zonas de maresia.
- O aumento na temperatura se reduz à medida que se diminui o número de fios por cm, sendo quase nulo nas malhas de 6 x 6 fios, que têm apenas a função de quebra vento.

Lâminas plásticas

- Aumento da temperatura média durante os meses de inverno.
- Possíveis problemas de ventilação, se forem manejadas inadequadamente, causando danos em razão das elevadas temperaturas no verão.
- Menor biodegradabilidade e menor durabilidade que as lâminas plásticas.

Turquia

A estrutura das estufas na Turquia são feitas com varas de ferro redondo, com 6,5 m a 8,0 m de altura no topo e 5,0 m a 6,0 m abaixo da sarjeta, e coberta com plástico, que é trocado a cada 3 a 6 anos (Figuras 6 e 7).



Figura 6. Estufas de cultivo de bananeiras na Turquia.

Foto: Hamide Gubbuk.



Figura 7. Plantação jovem de bananeiras em ambiente protegido na Turquia.

Foto: Hamide Gubbuk.

Israel

As estufas de Israel possuem normalmente 6 m de altura (excepcionalmente 6,5 m), e tanto o teto como as laterais são de malha branca transparente com porcentagem de sombreamento inferior a 12%, quando recém-instalada, que se transforma em 25% no final do verão, quando está coberta de pó (Figuras 8 e 9). Esse material pode ser limpo por meio de lavagem com água sob pressão no inverno.



Figura 8. Estufa recém-plantada em Israel.

Foto: Yair Israeli.



Figura 9. Cultivo protegido de bananeiras em Israel.

Foto: Yair Israeli.

A duração da malha sem reposição, segundo especificações dos fabricantes, é de 5 anos, mas pode durar de 8 a 10 anos, em função da velocidade do vento e da radiação. Alguns ensaios foram feitos com malhas de diferentes cores, como vermelho e amarelo; contudo, nenhuma delas obteve melhor resultado que a cobertura transparente, normalmente utilizada. Além disso, os tons de vermelho são prejudiciais porque reduzem as taxas de fotossíntese.

Há uma nova tecnologia bastante interessante que consiste em impregnar as malhas no inverno com materiais vedantes para, posteriormente, no verão, retirar esses materiais com produtos removedores. Mesmo os experimentos de campo estando em sua

fase inicial (primeiros experimentos em 2007), a fabricante informa que seus materiais são transparentes, de baixo custo por metro quadrado, permitindo a transmissão de luz, além de serem resistentes ao clima e à água, preservando a temperatura no inverno.

Irã

No Irã, é utilizado calefação nas estufas de banana, aplicando gás natural ou combustível líquido, pelo menos durante três ou quatro meses do ano. O plástico é retirado entre junho e o fim de setembro (informação verbal)^{[12](#)}.

Nenhuma das coberturas empregadas comercialmente na banani-cultura até o presente momento é biodegradável.

A ausência de iluminação, mesmo em condições e densidades normais de cultivo (OPPENHEIMER, 1960), a falta de insolação e o excesso de água retardam os processos de desenvolvimento e crescimento (LASSOUDIÈRE, 1974). A falta de luz causada, por exemplo, por uma excessiva densidade pode originar atrasos no ciclo. É importante ressaltar que, exceto em condições extremas, a variação da duração do dia desempenha um papel de pouca importância. A atividade fotossintética aumenta rapidamente para valores compreendidos entre 2.000 lux e 10.000 lux, chegando entre 10.000 lux e 30.000 lux. Por outro lado, a exposição à alta intensidade luminosa, se acompanhada de alta temperatura, pode produzir queimaduras. Nesse caso, a utilização de estufas de plástico, sem tomar as adequadas medidas de ventilação, pode ocasionar queimaduras em condições de altas temperaturas. De

maneira geral, deve-se ressaltar que, nos ensaios realizados nas Canárias (GALÁN SAÚCO et al., 1998), foi verificado que a radiação global ao ar livre e em ambiente protegido se mantém inferior a 1.100 W m^{-2} , valor este distante do ponto de saturação para a fotossíntese.

Cultivares

Gran Enana é a cultivar mais plantada em ambiente protegido em Israel e na Turquia (100% da superfície protegida), e no Marrocos (aproximadamente 92%). Essa cultivar ocupa aproximadamente 75% das plantações sob ambiente protegido nas Ilhas Canárias. Pequeña Enana é a segunda cultivar em importância, tanto no Marrocos como nas Ilhas Canárias. Ainda existe o cultivo de áreas pequenas de 'Williams' e 'Poyo' no Marrocos (menos de 2%).

Grande parte das novas áreas de cultivo nas Ilhas Canárias, tanto ao ar livre como protegidas, estão sendo plantadas com 'Gruesa' (Figura 10), um clone da 'Pequeña Enana', muito produtivo, o qual foi selecionado localmente nas Canárias (CABRERA CABRERA; GALÁN SAÚCO, 2005). Somente 'Pequeña Enana' e 'Gran Enana' são cultivadas em ambiente protegido em outros países.



Figura 10. Interior de uma estufa com bananeira cv. Gruesa nas Ilhas Canárias, Espanha.

Foto: Arquivo documental do Icia.

Ressalta-se que, recentemente, foi selecionada e avaliada nas Canárias (CABRERA CABRERA et al., 2005) uma cultivar anã de banana para cozinhar, semelhante à conhecida na América Central como 'Topocho verde', do grupo Bluggoe (ABB). Iniciou-se o cultivo de uma parcela experimental dessa cultivar no Icia. Em razão do seu porte, excelente rendimento, ciclo rápido e de sua aceitação no mercado local, pode haver interesse em testar seu cultivo em ambiente protegido.

Técnicas de cultivo

Como comentado na introdução, o controle do ritmo de emissão de folhas, geralmente referido na literatura científica bananeira por sua abreviatura inglesa LER (*leaf emission rate*), é de vital importância nas regiões subtropicais. O LER tem especial relevância para o agricultor, uma vez que indica quando se devem realizar os tratos culturais, principalmente a irrigação, a adubação, o desbaste de perfilhos e o controle de plantas invasoras.

Durante o verão, o potencial de desenvolvimento, expresso por uma elevada LER, pode ser significativamente reduzido se as técnicas de cultivo não forem realizadas de forma adequada. Já no inverno, mesmo que essas práticas sejam realizadas de forma correta, não haverá melhoras na LER, devido às baixas temperaturas.

Sem dúvida, em condições tropicais ou sob ambiente protegido em regiões subtropicais, as técnicas de cultivo devem ser otimizadas durante todos os meses do ano visando obter o máximo rendimento.

As técnicas de cultivo, na maioria dos países que produzem bananas em ambiente protegido, são semelhantes às aplicadas nas Canárias, com especificidades em algumas etapas.

Época de plantio. No Marrocos, pelo fato de o clima ser mais fresco, é recomendável ter duas épocas diferentes de plantio: fevereiro-março e setembro-outubro, para evitar florescimento no inverno. Em virtude de temperaturas extremas, tanto no inverno como no verão, as estufas para banana foram equipadas com um sistema de nebulização, com a finalidade de diminuir os riscos de queimadura das folhas no verão e de friagem no inverno.

Densidade de plantio. As técnicas de cultivo de bananas em ambiente protegido, nas Canárias, incluem o uso de plantas produzidas in vitro, com diferentes esquemas de plantio, chegando ao plantio de até três plantas por cova (1 m a 2,5 m de distância entre grupos), deixando sempre corredores entre filas de 5 m a 6 m de largura. Ao agrupar três plantas por cova, torna-se mais fácil o amarrão aéreo dos cachos, permitindo um manejo mais racional e facilitando a mecanização de diferentes práticas culturais, tais como o desbaste, os tratamentos fitossanitários e a colheita.

No primeiro ciclo, as densidades de plantio podem ser muito elevadas, com até 4.000 plantas ha⁻¹, contudo essa densidade deve ser reduzida à, aproximadamente, metade para o segundo ciclo e subsequentes.

No clima fresco primaveril das Ilhas Canárias ou do vale do Souss no Marrocos, os plantios costumam ser realizados na primavera ou no começo do verão. Recentemente, alguns experimentos vêm sendo conduzidos nas Ilhas Canárias com plantações realizadas na primavera em ambiente protegido, com 2 plantas cova⁻¹ e com espaçamento de 10 m x 1 m, seguido de um novo plantio no verão, plantando-se, portanto, no centro do corredor, outras 2 plantas cova⁻¹, espaçadas 1 m dentro da fila. Dessa maneira, a plantação inicial de primavera pode ser substituída automaticamente durante o verão do ano seguinte, e a plantação de verão é substituída durante a primavera do segundo ano, com um replantio subsequente da metade da população com plantas micropropagadas.

Para esse sistema de cultivo de um só ciclo, é necessário um maquinário específico que possa picar e enterrar o material vegetal remanescente; contudo, esses restos culturais devem estar em

perfeitas condições sanitárias, especialmente livre de *Fusarium* e outras pragas e doenças.

Não é necessário realizar o desbaste, uma vez que a plantação é mantida permanentemente apenas no primeiro ciclo; além disso, consegue-se evitar competição entre planta mãe e planta filha.

A cultivar Gran Enana adapta-se melhor que os clones de 'Pequeña Enana' para ser plantada em grupos de duas a três plantas por cova, em razão da disposição vertical de suas folhas. Contrariamente, 'Gruesa' adapta-se mal a esse sistema de plantio com corredores largos e pouca distância entre plantas dentro da linha, em virtude do porte das plantas, que apresentam as folhas mais horizontalmente dispostas.

No Marrocos, as densidades de plantio não ultrapassam 2.000 plantas ha⁻¹ a 2.100 plantas ha⁻¹, e o cultivo em linhas duplas é preferível ao cultivo em linha simples, sendo que as linhas se distanciam de 1 m a 1,2 m, e as plantas mantêm a mesma distância na fila, sendo o plantio realizado de forma triangular.

Na Turquia, a densidade de plantio em ambiente protegido é de 2.000 plantas ha⁻¹ a 2.200 plantas ha⁻¹ (com espaçamento no primeiro ciclo de 3,0 m x 1,8 m; contudo, no segundo ciclo é possível manter em algumas touceiras bem conduzidas e espaçadas dois filhos, o que permite aumentar a densidade até 2.200 plantas ha⁻¹) (Figura 11).



Figura 11. Corte de folhas para favorecer entrada de luz. Cultivo de bananeira em ambiente protegido em Israel.

Foto: Arquivo documental do Icia.

As densidades de plantio sob ambiente protegido em Israel são as seguintes: 4 m entre fileiras e 3 m entre plantas (grupos de plantas) dentro da fileira, 3 plantas cova⁻¹, que proporciona 2.500 plantas ha⁻¹ no primeiro ciclo, reduzindo-se a 2 plantas cova⁻¹ no segundo ciclo (1.800 plantas ha⁻¹ a 2.000 plantas ha⁻¹). Nas plantações ao ar livre (muito variáveis), é comum encontrar no vale do Jordão 4,5 plantas cova⁻¹ x 2,6 plantas cova⁻¹ e 3 plantas cova⁻¹ no primeiro ciclo, ou seja, 2.560 plantas ha⁻¹ que, em seguida, são reduzidas para cerca de 2.200 plantas ha⁻¹ nos ciclos posteriores.

Eliminação de folhas. O excesso de área foliar em condições de ambiente protegido exige a eliminação de várias folhas para evitar a falta de luz e possíveis atrasos no ciclo (Figura 12). Nos primeiros

experimentos realizados em ambiente protegido nas Ilhas Canárias, foi observado atraso no tempo do ciclo, o que só foi corrigido com a eliminação de folhas. Nas primeiras plantações realizadas na Ilha de Tenerife, onde o objetivo era proteção frente aos ventos marítimos, quando se começou o cultivo de bananas sob ambiente protegido, no final dos anos 1970, houve atrasos no ciclo das plantas, que se acumulavam para os ciclos seguintes em virtude do excesso de sombreamento.



Figura 12. Detalhe das características do cacho de cv. Grand Nain em ambiente protegido na Turquia. Na foto, Dra. Hamide Gubbuk.

Foto: Hamide Gubbuk.

O corte das folhas, mantendo em torno de oito folhas por planta, é realizado logo após a emergência dos cachos, uma vez que, se

realizado com muita antecedência, a atividade fotossintética pode ser prejudicada, diminuindo assim a produtividade. No caso da eliminação de folhas, são mantidas sempre as folhas mais jovens.

Desbaste. O desbaste, realizado da mesma maneira que nas plantações ao ar livre, é mais fácil em condições de ambiente protegido, pois tanto a emissão de perfilhos como seu crescimento e desenvolvimento são mais rápidos. Isso torna possível um melhor controle da duração do ciclo, o que por sua vez permite uma melhor coordenação com as condições do mercado, visando obter melhores preços.

Em condições subtropicais, quer seja ao ar livre ou sob ambiente protegido, o desbaste é de fundamental importância para esse cultivo. Define-se essa prática como a eliminação, por meios mecânicos ou químicos, dos sucessores (filhos) não desejados para permitir que o(s) eleito(s) dê(deem) seguimento aos ciclos subsequentes da cultura. Para a realização dessa prática, podem utilizar-se ferramentas manuais que destruam o perfilho ou que o eliminem totalmente, a golpes de facão, em que se corta o perfilho no nível do solo e em seguida elimina-se o meristema apical. Podem-se aplicar 2 mL a 5 mL (meia colher de chá) de querosene e inclusive injetar uma dose de 2,5 cc planta⁻¹ para perfilhos entre 10 cm e 40 cm de altura.

Em plantas provenientes de cultivo in vitro, em que há uma grande proliferação de perfilhos no primeiro ciclo, a eliminação destes deve ser realizada antes que superem 40 cm de altura e, preferencialmente, por meio da injeção com pistola para evitar competição com a planta mãe. Em algumas plantações sob cultivo orgânico, os perfilhos são eliminados de forma mecânica.

Como regra geral, deve ser selecionado um perfilho, um tanto maior quanto mais avançado seja o desenvolvimento da planta mãe. A prática usual do desbaste nas Canárias começa com a eliminação dos perfilhos nascidos antes de abril (o que também é realizado em várias fases durante o inverno). Dos que emergem na primavera, escolhe-se um sucessor definitivo bem desenvolvido no mês de junho ou até mesmo em julho.

Levando-se em conta os estudos fenológicos realizados nas Ilhas e as épocas desejadas de produção-emergência do cacho até o fim do verão e obtenção de uma colheita em novembro-dezembro, é recomendado realizar o desbaste para obter filhos com as características apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características desejáveis de um perfilho selecionado entre 1º de julho e 1º de agosto. Cultivar Pequeña Enana. Ciclo n.

Vertente (ar livre)	Características desejáveis		
	Nº de folhas visíveis	Nº de folhas após H10 ⁽¹⁾	Altura (m)
Norte (Zona subtropical fria)	15–18/19–22	1–5/5–8	0,90–1,10/1,20–1,50
Sudeste Norte (Zona subtropical intermediária)	15–16/19–20	2–3/5–7	0,80–1,00/1,20–1,30
Sudoeste Norte (Zona subtropical quente)	10–15/15–19	-1–1/1–6 ⁽²⁾	0,50–0,80/0,90–1,20

Nota: para a cultivar Gran Enana deve ser aumentada uma folha e 5 cm a 10 cm de altura. No caso do cultivo em ambiente protegido na vertente Norte ou Sudeste, devido às maiores temperaturas, pode ser adotado o mesmo critério da zona Sudoeste ao ar livre. Os valores mais baixos dentro da mesma vertente correspondem a cotas mais altas.

⁽¹⁾ H10 = 1ª folha com limbo > 10 cm de largura.

⁽²⁾ -1 quer dizer que deve ainda faltar uma folha para ser emitida a H10.

Ciclo n = qualquer ciclo diferente do primeiro.

Fonte: Galán Saúco (1992).

Adubação. A adubação é semelhante à das plantações ao ar livre, aplicando anualmente nas plantações em ambiente protegido no máximo 280 g de N, 125 g de P₂O₅, e 450 g de K₂O planta⁻¹ ano⁻¹. Também é utilizado cerca de 12.000 m³ de água ha⁻¹ ano⁻¹ (GALÁN SAÚCO et al., 1998).

Durante os meses de calor (abril a novembro), quando ocorre a atividade fotossintética máxima, são aplicadas quantidades maiores de fertilizante, bem como água. Também é usual aplicar matéria

orgânica (40 t ha^{-1} a 80 t ha^{-1}) durante o inverno para aumentar tanto a temperatura do solo como a atividade fotossintética (em função do incremento de CO_2 pela fermentação da matéria orgânica).

No Marrocos a adubação de plantio é realizada na forma orgânica, aplicando-se de $20 \text{ kg planta}^{-1}$ a $30 \text{ kg planta}^{-1}$. E para o desenvolvimento das plantas, os fertilizantes químicos são distribuído pela água de irrigação ou mesmo manualmente ao redor da planta. Para a adubação de produção, é utilizado NPK, com doses de $400 \text{ g família}^{-1}$, $250 \text{ g família}^{-1}$ e $800 \text{ g família}^{-1}$ por ciclo. Ocorrem diferenças de uma plantação para outra em virtude das características químicas de cada solo. A maior parte dos fertilizantes é aplicada desde o plantio até o florescimento, deixando aproximadamente $\frac{1}{4}$ do nitrogênio e do potássio para aplicar durante a fase de desenvolvimento do cacho.

Irrigação. Em função de as plantas provenientes de cultivo in vitro utilizadas para o cultivo em ambiente protegido requererem elevadas quantidades de água (ECKSTEIN; ROBINSON, 1996; ECKSTEIN et al., 1998), deve-se atentar para a instalação de um sistema adequado de irrigação que supra a necessidade das plantas, bem como que tenha a capacidade para lavar o solo nos casos de salinidade (GALÁN SAÚCO; ROBINSON, 2010).

O consumo de água em ambiente protegido pode ser reduzido em até 25% no caso da irrigação por gotejo. O consumo diário em uma estufa é de cerca de 10 L planta^{-1} no inverno e 20 L planta^{-1} no verão. Isso é de grande importância, em razão do alto custo da água que, na maioria das localidades subtropicais onde se cultiva banana

em ambiente protegido, como nas Ilhas Canárias, chega a cerca de € 0,4/m³, e em Israel, a US\$ 0,3/m³.

O sistema de irrigação comumente usado no Marrocos é por gotejo, aplicando-se cerca de 10 m³ a 12.000 m³ de água por ciclo.

Controle de plantas invasoras. O emprego de uma cobertura adequada, como o de acícula de Pinus, evita a necessidade da utilização de herbicidas.

Amarrio. O cultivo em ambiente protegido permite também o amarrão aéreo dos cachos aos tubos internos da estrutura, eliminando a necessidade de escorar as plantas.

Colheita. Nas estufas, cada planta produzirá um cacho por ano, em comparação com as plantações ao ar livre, que, em muitas regiões das Ilhas Canárias, apenas 80% das plantas produzem cachos anualmente. Nos locais mais quentes das Canárias é possível realizar três colheitas por ano em condições de ambiente protegido, mesmo que isso não seja sempre conveniente por razões de preços.

No Marrocos, é realizada apenas uma colheita ao ano, eliminando sistematicamente os perfilhos até o florescimento, momento no qual se seleciona a planta filha, que será a sucessora definitiva.

Ciclo da cultura. O ciclo da planta, tanto nas Ilhas Canárias como no Marrocos, dura cerca de 13 meses, começando com o plantio de mudas micropropagadas de 5 ou 6 folhas.

Incidência e controle de pragas e doenças

As Ilhas Canárias são favorecidas pelo fato de não apresentarem muitas pragas e doenças. Nas Ilhas, os cultivos estão livres de

doenças como: sigatoka (*Mycosphaerella musicola* e *M. fijiensis*); *Radopholus similis*, conhecido como nematoide cavernícula; *Ralstonia solanacearum* Smith (*Pseudomonas solanacearum*), que causa o moko ou murcha bacteriana; e *Bunchy top virus* (causador da doença banana *bunchy top*); ocorre apenas uma pequena incidência de *Fusarium*.

Os problemas fitopatológicos em ambiente protegido pouco diferem dos encontrados ao ar livre, sendo importante ressaltar que há maiores problemas com ataques de ácaros e de lagarta (*Chrysodeisis chalcites*) em estufas do que ao ar livre, ocorrendo o contrário com os ataques de trips e de afídeos como *Pentalomia nigronervosa*, vetor do *bunchy top*, cuja presença é menor em ambiente protegido do que ao ar livre (informação verbal)¹³. Tanto as medidas de eliminação de pragas e doenças como o controle biológico, manejo integrado, bem como o controle orgânico, são mais fáceis de realização dentro de um ambiente protegido que no cultivo ao ar livre.

Poucas pragas e doenças atacam as estufas de bananas no Marrocos, destacando-se os nematoides, que são a praga mais importante e corresponde a mais de 79% dos tratamentos fitossanitários. O problema com nematoides é mais grave em solos arenosos que em solos pesados (argilosos). Pelo menos cinco espécies de nematoides são importantes no Marrocos: *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Radopholus similis*, *Helicotylencus multicinctus* e *Pratylenchus* sp. Todos esses nematoides causam clorose, nanismo nas plantas e também reduzem o número e tamanho das folhas.

A infecção por nematoides alonga a duração do ciclo produtivo, aumenta a sensibilidade à falta de água e reduz significativamente a produção. *Meloidogyne* foi a espécie de nematoide mais abundante e importante que atacava as bananeiras no Marrocos há uma década, mas atualmente *Radopholus* sp. e *Helycotylencus* sp. são as espécies mais frequentes e mais prejudiciais (LAMINE, 1999). *Radopholus* é encontrada em outras regiões do mundo, mas ainda não foi detectada sua presença nas Ilhas Canárias, Chipre, Israel, Líbano e Grécia (SARAH, 1989).

No Marrocos, poucos foram os ácaros e insetos observados atacando a bananeira; contudo, nenhum deles afeta profundamente a produção, podendo-se citar alguns lepidópteros (*Opogona sacchari*, *Agriotis* sp.), afídeos (*Aphis gossypii*) e o ácaro *Tetranychus urticae*, que são as três pragas que causam danos econômicos (LAMINE, 1999).

A podridão-das-pontas-dos-dedos (“*cigar-end rot*”) pode constituir um sério problema no Marrocos, porém essa doença fúngica, causada por *Verticillium theobromae*, pode ser controlada por fungicidas. A sigatoka não se constitui um problema local. As viroses, incluindo *bunchy top*, *banana strip virus* e o vírus-do-mosaico-do-pepino, somente causam problemas quando se planta material vegetal reproduzido localmente no campo.

Mal-do-panamá, sigatoka, *bunchy top*, nem mesmo outras sérias doenças da bananeira foram observadas até 2012 na Turquia; contudo, problemas com nematoides, geralmente *Radopholus similis*, estão presentes em cultivos a céu aberto e em ambiente protegido, sendo que a incidência de ácaro é muito maior em ambiente protegido.

Considerações finais

O cultivo em ambiente protegido de banana é tecnicamente exequível em climas subtropicais, à medida que tanto o crescimento como o florescimento e a frutificação são beneficiados pelas mudanças climáticas obtidas nas estufas. Os elevados incrementos em produção e as vantagens que se obtêm ao se poder escalonar a época de colheita, bem como a notável redução no consumo de água, podem justificar os altos investimentos em infraestrutura, que requer o cultivo protegido de banana. Isso tem sido amplamente demonstrado tanto nas Ilhas Canárias (Figura 13) como no Marrocos, e recentemente em Israel.



Figura 13. Uniformidade e elevação de produtividade de bananeiras em ambiente protegido, nas Ilhas Canárias, Espanha.

Foto: Arquivo documental do Icia.

Apesar das elevadas produções e dos conhecimentos desenvolvidos nos últimos 22 anos de produção de banana no Marrocos, as tecnologias de pós-colheita, incluindo a manipulação e a maturação, ainda são rudimentares e carecem ser melhoradas. O mesmo não ocorre na Turquia e em Israel, ainda que a produção, semelhantemente a Marrocos, é destinada ao mercado local assim como nas Canárias, onde, especialmente depois da incorporação das Ilhas à Europa, essas técnicas de pós-colheita e comercialização necessárias para a exportação da banana ao mercado da Península Ibérica progrediram notavelmente (GALÁN SAÚCO; CABRERA CABRERA, 2006).

Os benefícios teóricos em climas tropicais, como menor incidência de sigatoka, economia de água em zonas mais áridas, e maior limpeza dos frutos ainda estão pendentes de avaliações.

Referências

ALBRIGO, L. G.; GALÁN SAÚCO, V. Flower bud induction, flowering and fruit-set of some tropical and subtropical fruit tree crops with special reference to citrus. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 632, p. 81-90, 2003.

ANTIGNUS, Y.; NESTEL, D.; COHEN, S.; LAPIDOT, M. Ultraviolet-deficient greenhouse environmental affects whitefly attraction and flight-behavior. **Environmental Entomology**, College Park, v. 30, p. 394-399, 2001.

CABRERA CABRERA, J.; GALÁN SAÚCO, V. Crecimiento y desarrollo de la platanera: (Musa acuminata Colla AAA) bajo distintos tipos de cubierta: Avance de resultados. **Actas de Horticultura**, Vilamoura, v. 39, p. 257-259, 2003.

CABRERA CABRERA, J.; GALÁN SAÚCO, V. Evaluation of the banana cultivars Zelig, Grande Naine and Gruesa under different environmental conditions in the Canary Islands. **Fruits**, Paris, FR, v. 60, n. 6, p. 1-13, 2005.

CABRERA CABRERA, J.; GALÁN SAÚCO, V.; DÍAZ PÉREZ, M. A. Evaluación agronómica de dos clones de Topocho con interés para Canarias. **Canarias Agraria y Pesquera**, Canarias, v. 81, p. 17-20, 2005.

CARLIER, J.; FOURÉ, E.; GAUHL, F.; JONES, D. R.; LEPOIVRE, P.; MOURICHON, X.; PASBERG-GAUHL, C.; ROMERO, R. A. Black leaf streak. In: JONES, D. R. (Ed.). **Diseases of banana, abacá and ensete**. Wallingford: CABI, 2000. p. 56-62.

ECKSTEIN, K.; FRASER, C.; JOUBERT, W. Greenhouse cultivation of bananas in South Africa. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 490, p. 135-145, 1998.

ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J. C. Physiological responses of banana (Musa AAA; Cavendish subgroup) in the subtropics: VI. Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 71, p. 679-692, 1996.

GALÁN SAÚCO, V. Greenhouse cultivation of tropical fruits. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 575, n. 2, p. 727-735, 2002.

GALÁN SAÚCO, V. **Los frutales tropicales en los subtrópicos: II.** Plátano (Banano). Madrid, ES: Mundi-Prensa, 1992. 177 p.

GALÁN SAÚCO, V. Situación actual de la producción y mercado mundial del plátano con especial referencia a las producciones subtropicales. In: PRIMERAS jornadas de transferencia I+D+I para una producción sostenible del plátano en las RUPS. Valle Guerra: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2011. p. 13-20.

GALÁN SAÚCO, V.; AIT-OUBAHOU, A.; ABDELHAQ, H. Greenhouse cultivation of bananas. **Chronica Horticulturae**, Leuven, v. 44, n. 2, p. 35-37, 2004.

GALÁN SAÚCO, V.; CABRERA CABRERA, J. Cultivo bajo invernadero. In: FERNÁNDEZ GALVÁN, D.; HERNÁNDEZ DELGADO, P. M. (Ed.). **Actividades del ICIA en platanera**. La Laguna: ICIA, 2002. p. 11-20.

GALÁN SAÚCO, V.; CABRERA CABRERA, J. El cultivo del plátano (Banano, *Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo Cavendish) en las Islas Canarias. In: REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17., 2006, Joinville. **Anais...** Joinville: Acorbat: Acafruta, 2006. p. 468-471.

GALÁN SAÚCO, V.; CABRERA CABRERA, J.; HERNÁNDEZ DELGADO, P.M.; RODRÍGUEZ PASTOR, M.C. Comparison of protected and open-air cultivation of Grande Naine and Dwarf Cavendish bananas. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 490, p. 247-259, 1998.

GALÁN SAÚCO, V.; ROBINSON, J. C. Field establishment of in-vitro produced banana plants. **Fruits**, Paris, FR, v. 65, n. 1, p. 43-51,

2010.

GALÁN SAÚCO, V.; RODRÍGUEZ PASTOR, M. C. Greenhouse cultivation of Papaya. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 740, p. 191-195, 2007.

GREEN, G. C.; KUHNE, F. A. The response of the banana foliar growth to widely fluctuating air temperatures. **Agroplantae**, Pretoria, v. 2, p. 105-107, 1970.

HANAFI, A.; PAPASALOMONTOS, A. Integrated production and protection in protected cultivation in the Mediterranean region. **Biotechnology Advances**, New York, v. 17, p. 183-203, 1999.

HERNÁNDEZ SUÁREZ, E.; CARNERO HERNÁNDEZ, A.; FEBLES GONZÁLEZ, J. C.; BRITO HERRERA, P.; MEDINA ALONSO, G.; SUÁREZ BÁEZ, J. M.; AMADOR MARTÍN, S. Situación actual de las moscas blancas espirales en Canarias. In: FERNÁNDEZ GALVÁN, D.; HERNÁNDEZ DELGADO, P. M. (Ed.). **Actividades del ICIA en platanera**. La Laguna: ICIA, 2002. p. 83-96.

JANICK, J.; AIT-OUBAHOU, A. Greenhouse production of banana in Morocco. **HortScience**, Alexandria, v. 24, p. 22-27, 1989.

KUHNE, F. A.; KRUGER, J. J.; GREEN, G. C. Phenological studies of the banana plant. **Citrus and Subtropical Fruit Journal**, Johannesburg, v. 472, p. 11-16, 1973.

LAMINE, A. **Contribution à la lutte intégrée contre les nématodes du bananier dans le Souss Massa**: memoire de troysieme cycle. Agadir: IAV Hassan II, 1999.

LASSOUDIERE, A. Croissance et développement du bananier 'Poyo' en Cote d'Ivoire selon les variations climatologiques. **Fruits**, Paris,

FR, v. 29, n. 6, p. 433-455, 1974.

LASSOUDIERE, A. **Le bananier et sa culture**. Versailles: Cedex, 2007. 383 p.

OPPENHEINMER, C. H. **The influence of climatic factors on banana growing in Israel**. Rehovot: National and University Institute of Agriculture, 1960. 8 p. (Series, 350-B).

PALA, M. A.; FALQUI, D.; CALABRESE, F.; MICHELE, D. E.; BARONE, A. F. Banano. **L'Informatore Agrario**, Verona, v. 1, n. 93, p. 47, 1993.

PY, C. **L'ananas**. Paris, FR: G.P. Maisonneuve et Larose, 1967.

ROBINSON, J. **Handbook of banana growing in South Africa**. Pretoria: Institute for Tropical and Subtropical Crops, 1993. 128 p.

SAMSON, J. A. **Tropical fruits**. 2nd ed. Essex: Longman, 1986. 335 p.

SARAH. Banana nematodes and their control in Africa. **Nematropica**, Auburn, v. 19, p. 199-216, 1989.

Capítulo 2

Cultivo de figueira em ambiente protegido

Alexandre Augusto Nienow

Introdução

A figueira (*Ficus carica* L.) caracteriza-se por ser uma frutífera cultivada nas pequenas propriedades com mão de obra familiar. A produção tem seu destino de acordo com a região.

No Rio Grande do Sul, principal produtor de figo, a maior parte da fruta é colhida verde e destinada às indústrias de conserva ou processada madura na forma de doces (*schmier*, figada, etc.). Apenas uma pequena parcela da produção é comercializada in natura. Já São Paulo, segundo maior produtor, destina a produção quase que totalmente ao mercado in natura, tanto interno como externo.

Um dos maiores entraves da expansão do cultivo para o mercado in natura é a alta perecibilidade da fruta. As perdas ocorrem no campo em virtude das chuvas e, na pós-colheita, pela ocorrência de podridões e desidratação, exigindo mercado garantido e rápida comercialização.

Além do mercado interno, existe a possibilidade de expansão das exportações de figos maduros. Porém, pensando em Sul do Brasil, para que o produtor assuma compromissos com o mercado de entrega de um produto de qualidade, e em volume suficiente, faz-se

necessária uma tecnologia que garanta a produção, em razão das chuvas no período de colheita.

O uso de ambientes protegidos tem sido uma das alternativas promissoras para alguns setores agrícolas, como a olericultura e a floricultura, principalmente em regiões onde o clima é o fator mais limitante. A proteção obtida contra adversidades, como geadas, ventos, chuvas e granizos, possibilita melhores condições de desenvolvimento e produção das plantas, inclusive fora dos períodos normais de safra.

O uso de ambiente protegido para o cultivo de frutíferas no Brasil é muito pouco difundido. Em outras regiões do mundo, como nas Ilhas Canárias, porém, é amplamente utilizado, como relata Galán Saúco (2002). Dentre as razões para o pouco emprego, destacam-se:

- O custo do investimento.
- A falta de pesquisas e conhecimentos técnicos para manejar as culturas nessas condições.
- O hábito de crescimento (altura) de certas espécies.
- O baixo retorno econômico de certas culturas.
- A ocorrência, em muitas regiões do Brasil, de um clima em que o uso dessa tecnologia não se faz necessário.

Dentre os aspectos que nortearam o início das pesquisas com a cultura da figueira em ambiente protegido, destacam-se:

- A importância econômica da cultura.

- A possibilidade de manter um porte arbustivo com a poda (baixo e compacto).
- A baixa necessidade de horas de frio durante o outono e inverno para brotar.
- A produção em ramos do ano, possibilitando iniciar o retorno de capital já no primeiro ciclo.

Algumas dificuldades enfrentadas também vieram a compor as justificativas para o estudo com a figueira:

- A elevada perda de frutos por apodrecimento, causada pelas chuvas no período de colheita.
- Os danos por pássaros e doenças.
- A ocorrência de danos por geadas.
- A oportunidade de reduzir a lacuna de oferta de frutos para o consumo in natura, antecipando a entrada no mercado e retardando o final da colheita.

Sabe-se que, com a poda drástica das plantas, realizada em agosto no Rio Grande do Sul, a produção de frutos maduros nas regiões mais frias inicia mais tardiamente, apenas em final de janeiro e início de fevereiro, estendendo-se até abril, quando a redução da temperatura impede que os frutos finalizem o crescimento e a maturação.

Os trabalhos desenvolvidos visaram, assim, desenvolver uma tecnologia de produção em ambiente protegido capaz de ampliar o

período de colheita, reduzir as perdas por podridão e produzir frutos de alta qualidade. Para tanto, foi utilizada a figueira cultivar Roxo de Valinhos, podada em várias épocas e conduzida com diferente número de ramos, combinado com espaçamentos. Os efeitos sobre a fenologia, o crescimento vegetativo e o desempenho produtivo foram avaliados. Alguns resultados obtidos são apresentados para subsidiar o estabelecimento de cultivos nas propriedades rurais.

Importância econômica

Conforme a Food and Agriculture Organization (FAO, 2012), a produção mundial de figos, em 2010, foi de 1.064.414 t em 376.186 ha, destacando-se como maiores produtores a Turquia (47.857 ha e 254.838 t), o Egito (31.773 ha e 184.972 t), a Argélia (49.600 ha e 99.110 t) e o Marrocos (45.200 ha e 74.300 t). O Brasil, em 2010, produziu 25.727 t de figos em 2.934 ha (rendimento médio de 8,77 t por ha), sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor, com 10.025 t em 1.714 ha, seguido de São Paulo (5.309 t em 332 ha), Minas Gerais (4.968 t em 475 ha), Santa Catarina (4.036 t em 244 ha) e Paraná (1.342 t em 153 ha), representando um faturamento de R\$ 46.828.000,00, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

As exportações de figos maduros em 2010 foram de 1.446.458 kg, representando uma venda de US\$ 7.310.886, enquanto em 2009 haviam sido exportados 1.668.583 kg ao valor de US\$ 7.796.246,00, conforme o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 2012). Portanto, em 2010, houve uma redução no volume de 13,3 %, em relação a 2009, reflexo das dificuldades econômicas mundiais, porém o valor

médio pago pela fruta apresentou um acréscimo de 8,1%, passando de US\$ 4,67 para US\$ 5,05 o quilograma.

Esses resultados demonstram a importância que essa fruta está obtendo no cenário de exportação de frutas frescas brasileiras. O Estado de São Paulo é o responsável pelo volume das exportações, com a produção destinada ao consumo in natura e safra entre novembro e abril, ou seja, no período de entressafra do Hemisfério Norte. O Rio Grande do Sul, portanto, com tecnologia capaz de garantir a colheita de frutos maduros de qualidade, teria potencial para participar desse mercado.

Aspectos gerais da cultura da figueira

Botânica, morfologia e cultivares

A figueira pertence à família Moraceae e ao gênero *Ficus*. São conhecidas mais de 750 espécies de figueiras, mas a melhor descrita agronomicamente é a *Ficus carica* L., cultivada no Brasil (DOMINGUEZ, 1990).

O sistema radicular caracteriza-se por ser superficial, com grande desenvolvimento lateral, em parte devido ao método de produção das mudas por estaquia, que induz a formação de um sistema fasciculado, sem a presença de raiz principal. Em plantas com 2 anos de idade, Venega e Corrêa (1998) encontraram 56,9% das raízes localizadas nos 15 cm em torno do tronco e 64,8% distribuídas até 60 cm de profundidade.

A frutificação ocorre nas brotações do ano, também denominadas de varas de produção, com os frutos inseridos na axila das folhas.

Essa é a razão porque o sistema de poda drástica é mais utilizado, estimulando novas brotações mais vigorosas e produtivas.

O figo, na verdade, não é um fruto verdadeiro, sendo denominado de sicônio. É uma infrutescência em que as flores e frutos individuais formam-se lado a lado no interior de um receptáculo suculento, comestível. É constituído pelo tecido parenquimatoso dos órgãos florais, cujas células se ampliam com o armazenamento de substâncias de reserva. Na extremidade apical do figo há um orifício, chamado ostíolo, que estabelece o intercâmbio entre o meio externo e o interior do fruto. Os verdadeiros frutos são os aquênios, formados a partir do desenvolvimento dos ovários. Quando não polinizados, como ocorre no Brasil, os ovários tornam-se ocos e esclerificados, aparentando tratar-se de sementes (MEDEIROS, 1987).

As figueiras são classificadas em quatro tipos pomológicos gerais, baseado no comportamento da frutificação: Caprifigo, Smirna, Comum e São Pedro Branco. Nas figueiras pertencentes ao tipo pomológico comum, único tipo cultivado no Brasil, o processo de fixação e desenvolvimento das infrutescências é partenocárpico, não sendo necessário o estímulo da polinização. Variedades desse tipo são cultivadas em quase todas as regiões produtoras do mundo (MEDEIROS, 1987).

A cultivar mais plantada no Brasil é a Roxo de Valinhos. Conforme Maiorano et al. (1997), essa cultivar foi introduzida no País no início do século 20 pelo italiano Lino Bussato, no Município de Valinhos, São Paulo. Apresenta grande valor econômico, caracterizando-se pela rusticidade, vigor e produtividade, muito bem adaptada ao sistema de poda drástica. Produz frutos aceitos para o consumo in

natura (maduros), verdes (tipo indústria), inchados ou rami. Medeiros (1987) descreve a cultivar como apresentando frutos de coloração externa roxo-violácea escura, podendo atingir 7,5 cm de comprimento e peso entre 60 g e 90 g, considerados grandes, com formato piriforme e alongado. O pedúnculo é curto e apresentam o inconveniente de possuírem ostíolo grande e aberto, facilitando a penetração de fungos e insetos. A polpa é de coloração róseo-avermelhada, com cavidade central e numerosos ovários ocos e esclerificados.

Solo e clima

A figueira adapta-se a diferentes tipos de solo, mas são preferenciais os drenados, argilo-arenosos, ricos em matéria orgânica e pH entre 6,0 e 6,8 (PEREIRA, 1981).

A figueira apresenta ótima resposta à boa disponibilidade de água ou irrigação. Quando submetidas ao estresse hídrico, as plantas podem cessar o crescimento e ocorrer a queda de folhas. Assim, por se tratar de uma frutífera que produz em ramos do ano, formando frutos continuamente na axila das folhas à medida que as brotações progridem no seu crescimento, a consequência da falta de água é a paralisação da formação de novos frutos e a queda da produção. Por sua vez, solos mal drenados podem provocar, inicialmente, redução ou paralisação do crescimento da planta, e, posteriormente, podridão de raízes e morte das plantas. A tolerância da cultura à salinidade pode ser considerada alta, podendo chegar, conforme Infoagro (2002), a concentrações de 2 g de NaCl L⁻¹.

A figueira é uma frutífera classificada como de clima subtropical, com as baixas temperaturas no outono e inverno conduzindo a uma condição de dormência, e exigindo temperaturas elevadas para superar a dormência e apresentar bom desenvolvimento vegetativo e produtivo. A redução da temperatura no início do outono cessa o processo de amadurecimento dos frutos. Pela baixa necessidade de frio durante o repouso vegetativo, a figueira não tem, a princípio, definida a quantidade necessária de horas abaixo de 7,2 °C para romper a dormência. Também por se tratar de uma planta que não possui gemas floríferas, a quantidade de frio no outono e inverno não é tão importante como em outras espécies frutíferas de clima temperado, que necessitam de baixas temperaturas para a perfeita diferenciação de tais gemas.

Mesmo em fase de dormência, a figueira pode sofrer danos com as baixas temperaturas, devendo ser evitado o plantio em baixadas sujeitas a geadas. Dependendo da idade das plantas e das brotações, e da intensidade e duração das baixas temperaturas, podem ocorrer desde danos aos ramos até a morte total da copa. Frequentemente ocorre o rebrote a partir do colo da planta, devendo ser eliminada a copa danificada e selecionada uma das brotações para definir o novo tronco e reconstituir a planta.

De acordo com Almeida e Silveira (1997), a temperatura média ideal para a figueira situa-se entre 20 °C e 25 °C. Abaixo de 15 °C o crescimento é retardado e temperaturas elevadas provocam o aumento na ocorrência de pragas e doenças. Temperaturas acima de 40 °C, durante o período de amadurecimento dos frutos, provocam a maturação antecipada, com alteração na consistência da casca (SIMÃO, 1971).

A alta umidade relativa do ar e as chuvas em excesso favorecem a ocorrência de ferrugem (*Cerotelium fici*), principal doença da figueira. Kimati (1980) cita que, sob condições de alta pluviosidade, a ferrugem pode causar desfolhamento total da planta em cerca de 20 a 30 dias, provocando perdas de até 80% na produção de frutos. A permanência do inóculo da doença de um ciclo para outro no pomar ocorre em folhas remanescentes sobre a planta ou caídas recentemente. A disseminação se dá por ação dos ventos e de respingos de chuva.

As chuvas causam, ainda, podridões nos frutos maduros, como *Phytophthora* sp. e *Rhizopus* sp. A entrada de água pelo ostíolo provoca a rápida deterioração interna da polpa, que muitas vezes não é percebida na fase inicial, comprometendo o produto durante a comercialização junto ao consumidor.

Os ventos constantes e intensos, por sua vez, além de causar danos às folhas, provocam, na fase de crescimento, deformidades no posicionamento das brotações, dificultando a condução das plantas. Também podem causar danos aos frutos pelo atrito com as folhas, que se caracterizam por serem ásperas. O sintoma são lesões superficiais, que, na fase de frutos verdes em desenvolvimento, cicatrizam, formando uma espécie de cortiça.

Espaçamentos

O espaçamento de plantio pode variar em função de fatores como fertilidade do solo, topografia, número de ramos conduzidos por planta, nível de mecanização e o objetivo da produção, ou seja, se para o consumo in natura ou figos verdes para a indústria. As

diferentes combinações desses fatores permitem uma ampla faixa de espaçamentos.

Pomares implantados para a produção de figos colhidos verdes podem ser conduzidos com maior número de ramos por planta (até em torno de 36 ramos), pois a competição por fotoassimilados é menor entre os frutos, já que são colhidos ainda pequenos. Para acomodar um número elevado de ramos é exigido um maior espaçamento. Para a produção de figos maduros destinados ao consumo in natura, recomenda-se um limite máximo de 24 ramos por planta.

Almeida e Silveira (1997) relatam que o espaçamento pode variar de 2,0 m x 3,0 m, para a produção de figo destinado ao consumo in natura, até 1,5 m x 2,5 m, para a produção de figo tipo indústria.

El-Kassas et al. (1998) avaliaram as respostas de figueiras jovens a diferentes espaçamentos de plantio e observaram que a influência sobre as características morfológicas da planta foi pequena. Quando utilizados espaçamentos maiores, houve aumento nos frutos do teor de sólidos solúveis totais e diminuição do N total, elevando a relação C/N. Os teores de P e K nas folhas não foram alterados.

No Rio Grande do Sul, em regiões de solo profundo e fértil, espaçamentos de até 5 m entre linhas têm sido utilizados para pomares conduzidos com mais de 24 ramos por planta e mecanizados. Nas condições de ambiente protegido, com cultivo não mecanizado, é possível se trabalhar com densidades mais elevadas, ajustando o número de ramos conduzidos por planta ao espaço disponível.

A experiência do cultivo em ambiente protegido

Os estudos de cultivo da figueira em ambiente protegido tiveram início em 2000 na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo, município localizado ao norte do Rio Grande do Sul, na região do Planalto Médio, nas coordenadas 28°15'39" S e 52°24'33" O, a uma altitude de 680 m. As normais climatológicas são: temperatura média anual de 17,5 °C; média das mínimas de 13,2 °C; média das máximas de 23,6 °C; precipitação média anual de 1.787 mm; média anual da umidade relativa do ar de 72%; insolação total de 2.329,6 horas; média anual de horas de frio com temperaturas $\leq 7,0$ °C de 422 horas, variando de 214 horas a 554 horas (CUNHA, 1997).

Condições de cultivo

O cultivo foi realizado em uma estufa agrícola disposta no sentido nordeste–sudeste, medindo 8,2 m de largura por 39 m de comprimento, com pé direito de 2,5 m e cobertura em arco, com altura central de 3,7 m (Figura 1A). Recomenda-se que, para melhor circulação de ar e redução da temperatura durante o dia, a estufa seja construída com 3,5 m de pé direito.

A cobertura era de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 150 μ m de espessura e aditivo anti-UV, e as cortinas laterais com sistema de abertura manual. Para evitar a entrada de pássaros, que causam danos aos frutos, as laterais podem ser revestidas de tela de arame galvanizado (Figura 1B). Atualmente, outros plásticos de

efeito mais eficiente, como os plásticos difusores, podem ser empregados no revestimento do ambiente protegido.

O sistema de fertirrigação era por gotejamento. Considerando que o espaçamento adotado de plantas entre linhas foi de 1,90 m, instalou-se uma linha de gotejadores para cada linha de plantas, com bicos de gotejo a cada 20 cm (Figura 1C). A experiência demonstrou a necessidade de se dobrar o número de linhas de irrigação, de modo a obter maior uniformidade de distribuição da água na área. Por produzir em ramos do ano (brotações novas), a figueira responde muito positivamente à boa disponibilidade de água, não tolerando excessos.

As irrigações devem ser monitoradas mediante o uso de tensiômetros na profundidade de 20 cm, dispostos em locais estratégicos, caso variações nas condições de drenagem do solo sejam percebidas. A irrigação deve ser feita quando a tensão de água do solo atinge níveis de -50 kPa a -60 kPa, visando manter a umidade em condições próximas à capacidade de campo, estimada segundo o conceito descrito por Reichardt (1990).



Figura 1. Vista externa da estufa agrícola com cultivo de figueiras (A); detalhe da lateral em tela para proteção contra pássaros (B); sistema de fertirrigação por gotejamento nas plantas antes de submetidas à poda de inverno (C); detalhe da brotação após a poda (D); figueiras antes (E) e após a desbrota (F).

Fotos: Alexandre Augusto Nienow.

Controle e manejo ambiental

Para induzir a brotação e permitir um bom desenvolvimento vegetativo e produtivo, é sugerido que as cortinas laterais sejam mantidas parcialmente abertas durante o dia e completamente fechadas durante a noite quando a temperatura ambiente ao entardecer encontra-se abaixo de 15 °C. Com temperaturas entre 15 °C e 20 °C, devem permanecer parcialmente abertas durante a noite e totalmente abertas durante o dia; e, acima de 20 °C, abertas inclusive durante a noite. A opção por um sistema automático de abertura das cortinas laterais, de acordo com a temperatura interna, eleva os custos de instalação da estrutura, mas facilita o manejo das cortinas e melhora o controle ambiental.

O uso do ambiente protegido eleva a temperatura média e, principalmente, as máximas, influenciando a fenologia das plantas. Em avaliações realizadas no ciclo 2001–2002, Chaves (2003) obteve para média das médias mensais temperaturas de 1,4 °C a 3,9 °C acima das observadas no ambiente externo, e para a média das máximas de 7,1 °C a 10,7 °C superiores. Por sua vez, no ciclo 2002–2003, Lajús (2004) obteve temperaturas médias variando entre 1,5 °C e 6,5 °C acima das registradas externamente, e média das máximas entre 2,5 °C e 14,0 °C mais elevadas. Schiedeck et al. (1997), cultivando videiras em ambiente protegido, observaram elevações entre 0,1 °C e 9,1 °C das temperaturas máximas.

Os maiores acréscimos na temperatura média, em relação ao ambiente externo, ocorreram nos meses mais frios, ou seja, de maio a outubro. O ambiente protegido cumpre, portanto, a função de melhorar as condições de desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas, ainda que temperaturas máximas muito elevadas possam acarretar prejuízos, o que não foi observado.

Considerando que o início da brotação, o crescimento vegetativo e os estádios fenológicos estão diretamente relacionados com as temperaturas, a elevação das mesmas estabelece condições que podem possibilitar a antecipação da poda e da brotação, taxas de crescimento superiores às obtidas em campo, bem como antecipação do início da colheita de um lado, e manutenção da maturação dos frutos por mais tempo de outro, ampliando o período de safra.

As médias das mínimas, no entanto, não sofrem forte influência do ambiente protegido. Por exemplo, no ciclo 2001–2002, as temperaturas mantiveram-se, em média, entre 0,6 °C e 1,4 °C superiores ao do ambiente externo (CHAVES, 2003), e entre 0,2 °C e 2,2 °C no ciclo 2002–2003 (LAJÚS, 2004). Schiedeck et al. (1997) verificaram diferenças de 0,8 °C a 3,8 °C no cultivo de videiras em ambiente protegido. É possível, entretanto, que as mínimas sejam até inferiores no interior das estufas, caracterizando o fenômeno de inversão térmica. Esse fato ocorreu nos meses de junho, julho e agosto de 2001, e junho e agosto de 2003, em que foram registradas, no ambiente interno, média das mínimas inferior ao do ambiente externo, variando de 0,5 °C a 2,2 °C mais baixas.

Segundo Robledo e Martin (1988), a umidade retida junto à cobertura forma uma película de água sob o plástico atuando como uma barreira à passagem das ondas longas, impedindo a perda de calor e auxiliando na manutenção das temperaturas mínimas em níveis mais elevados no interior, em relação ao ambiente externo da estufa. Porém, a ocorrência de temperaturas no interior de estufas inferiores às externas é citada por Farias et al. (1992) e Tápia (1981) como resultante das diferenças de permeabilidade às radiações de

ondas curtas e longas pelos materiais utilizados nas coberturas, que podem permitir taxas de trocas de energia com possibilidade de uma maior perda de calor, provocando o fenômeno da inversão térmica.

Por se tratar a figueira de uma frutífera muito pouco exigente em frio durante o outono e inverno, não tem sido observado comprometimento da brotação por conta do possível menor acúmulo de frio no interior do ambiente protegido. Para auxiliar no cumprimento das necessidades em frio, é recomendado que, durante o período de dormência, não havendo riscos de fortes geadas, as cortinas laterais sejam mantidas abertas ou semiabertas. Por sua vez, a baixa influência verificada do ambiente protegido na elevação das temperaturas mínimas permite inferir que não é muito elevada a variação da ocorrência de horas de frio abaixo de $7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ entre o ambiente externo e interno.

A umidade relativa do ar no interior da estufa está diretamente relacionada com a temperatura ambiente. Por volta das 15 horas, quando a temperatura ambiente é mais elevada, a umidade relativa do ar é menor, tendo sido observadas variações entre 35% e 67%, dependendo do dia. Por sua vez, pelas 21 horas, quando a temperatura ambiente vai reduzindo, a umidade relativa no interior da estufa torna-se elevada, de 70% a 98%. Esse fato decorre da evapotranspiração, que eleva a pressão de vapor d'água do ar e, combinada à pequena permeabilidade do filme plástico e menor renovação do ar, conduz ao maior acúmulo de vapor. A renovação do ar reduz a umidade relativa e auxilia na redução das temperaturas máximas atingidas.

Plantio, poda e condução

O espaço limitado e o custo de uma estrutura de ambiente protegido exigem que os cultivos sejam planejados de modo a se obter o máximo de rendimento. Dentre as estratégias está o aumento da densidade de plantio. No cultivo de figueiras, as combinações de espaçamento podem variar, ajustando o número de ramos conduzidos por planta. Nos trabalhos conduzidos com a cultivar Roxo de Valinhos, foram estudados dois espaçamentos na linha de plantio (0,75 m e 1,50 m), com 1,90 m entre linhas.

No primeiro ciclo, recomenda-se que as plantas sejam podadas de 40 cm a 50 cm do solo e conduzidos de 3 a 4 ramos distribuídos radialmente. No segundo ciclo, cada ramo é podado a 15 cm da última poda. Por ocasião da desbrota (brotações com 20 cm) são escolhidas de 1 a 2 brotações bem posicionadas, conforme o número de ramos por planta que se deseje alcançar. Por exemplo, no espaçamento de 1,50 m, se o objetivo é a condução de 10 ramos por planta, serão definidos 4 ramos no primeiro ciclo e duplicados no segundo ciclo, alcançando oito ramos. No terceiro ciclo a poda pode ser mais curta (5 cm) (Figura 1D), conduzindo uma brotação por ramo podado, exceto em dois deles, onde será duplicado, totalizando dez brotações. Nos ciclos seguintes, a poda será sempre curta, escolhendo apenas uma brotação bem posicionada, eliminando na desbrota ou poda verde os ramos em excesso (Figuras 1E e 1F).

O critério de escolha do ramo mais bem posicionado difere um pouco do utilizado em campo, onde a ideia é provocar a abertura da copa, considerando que há espaço disponível para tanto. Em

ambiente protegido, com um espaçamento máximo de 2 m entre as linhas de plantio, e menor ainda na linha, o desejável é que seja dada a preferência para brotações posicionadas na lateral dos ramos podados, jamais na face inferior, de modo a possibilitar uma verticalização dos ramos produtivos. Para evitar que com o crescimento dos ramos e o peso dos frutos ocorra o cruzamento entre plantas vizinhas e dificulte a passagem entre as linhas, as brotações, ao atingirem cerca de 0,80 m a 1 m, são posicionadas verticalmente circundando o conjunto de ramos com uma fita plástica (Figura 2A). Essa amarração é repetida de acordo com a necessidade de cada planta.



Figura 2. Utilização de fita plástica para verticalização dos ramos (A); detalhe da frutificação da figueira 'Roxo de Valinhos' (B); desenvolvimento das plantas (C e D);

detalhe dos frutos em crescimento (E) e maduros (F).

Fotos: Alexandre Augusto Nienow.

Nos trabalhos realizados testou-se a condução com 4, 5 ou 6 ramos por planta, 5 ou 6 ramos por planta, no espaçamento de 0,75 m na linha de plantio, e com 8, 10 ou 12 ramos, no espaçamento de 1,50 m, equivalendo, respectivamente, a 28.070 ramos por hectare, 35.087 ramos por hectare e 42.105 ramos por hectare. A condução com 5 e 10 ramos, respectivamente no menor e maior espaçamento, tem sido a adotada.

Fenologia

A fenologia da figueira, ou seja, a época de ocorrência dos estádios de dormência, brotação, frutificação e amadurecimento dos frutos é influenciada pelo clima em que está localizado o pomar, o sistema de produção (em campo ou em ambiente protegido) e os tratos culturais realizados, como a indução artificial da superação da dormência com produtos químicos e a época de poda.

No segundo e terceiro ciclos da cultura (2001–2002 e 2002–2003) buscou-se testar a poda em três épocas: muito precocemente (15 de maio), com o objetivo de antecipar a brotação e a colheita; no período que regularmente é realizada a poda no Sul do Brasil (10 de agosto); e mais tardiamente (5 de outubro), com a intenção de, ao atrasar o início do ciclo, também retardar o final da colheita. As avaliações demonstraram que a época de poda influencia o período transcorrido entre a poda e o início da brotação, a uniformidade da brotação e o período de colheita.

A poda realizada muito precocemente, em maio, conduz a uma brotação desuniforme e de baixo vigor, paralisando com o frio. O tempo transcorrido entre a poda e a brotação é maior, em decorrência das mais baixas temperaturas do outono e inverno e do estágio de maior dormência em que se encontram as plantas. Esse fato foi também constatado, em outros ciclos avaliados, testando a poda entre final de junho e a primeira quinzena de julho.

Por sua vez, a poda muito tardia, como a realizada em outubro, retarda o início da colheita e não contribui para prolongar o término, reduzindo o período de produção. A definição do final da colheita se dá em função da redução da temperatura, ao impedir o processo de amadurecimento e provocar a rápida senescência das folhas. Independente da época de poda, o término da colheita, portanto, ocorre num mesmo momento.

Também o intervalo médio entre a poda e o início da colheita sofre influência da época em que é realizada. Chaves (2003) verificou que a colheita iniciou 33 semanas após a poda de maio, 21 semanas após a poda de agosto e 20 semanas após a de outubro. Os primeiros frutos foram colhidos, respectivamente, na 1ª semana de janeiro, 2ª semana de janeiro e 3ª semana de fevereiro. Na safra seguinte, Lajús (2004) obteve intervalos de 34, 18 e 22 semanas entre as respectivas épocas de poda e o início da colheita, ou seja, na 2ª semana de janeiro, 3ª semana de dezembro e 1ª semana de fevereiro.

Outras épocas de poda em ambiente protegido foram avaliadas por Zerbielli et al. (2009), menos precocemente e tardiamente que nos trabalhos anteriores, ou seja, em 10 e 30 de julho, e 19 de agosto. Foram obtidos intervalos de 25, 22 e 23 semanas entre as

respectivas épocas de poda e o início da colheita, ou seja, o começo da safra se deu na primeira semana de janeiro, com as duas primeiras épocas, e na quarta semana de janeiro, com a poda mais tardia.

O tempo médio necessário do início da formação do fruto até a colheita é de 113 dias (16 semanas) em ambiente protegido, segundo Megiolaro et al. (2006). Segundo Chalfun et al. (1998), o intervalo entre a poda e o início da colheita varia em função das condições climáticas e ambientais do local onde o pomar está instalado e do manejo adotado.

As avaliações realizadas nos sucessivos ciclos de produção permitem afirmar que, em regiões mais frias, conduzidas as plantas no sistema de poda drástica, os melhores resultados de brotação, maior período de safra e produção são obtidos com a poda realizada entre o final de julho e o início de agosto. Ressalta-se, contudo, que existe a possibilidade de antecipar a poda em regiões com temperaturas médias mais elevadas nos meses de junho e julho, ou quando as previsões, em regiões tipicamente frias, sejam de temperaturas mais elevadas, especialmente no mês de julho.

O ambiente protegido, portanto, permite antecipar o início da colheita de figos maduros para o final de dezembro ou começo de janeiro, e retardar o término para, possivelmente, até meados de maio. O final da safra, de fato, deverá variar a cada ciclo, na dependência das condições ambientais (luz e temperatura), que vão acarretar também a redução térmica no interior da estufa e impedir que os frutos em desenvolvimento concluam o amadurecimento. Em condições de campo, a colheita de figos maduros normalmente inicia em final de janeiro e início de fevereiro na região de Passo

Fundo, e finaliza no final de abril. A tecnologia também evita perdas por podridão e rachadura de frutos, causadas pelas frequentes chuvas no período de colheita.

Produção

Frutificação

A figueira, como foi visto, produz frutos botanicamente não verdadeiros, denominados de sicônios, com as flores situando-se no interior dos mesmos. Esses pseudofrutos formam-se na axila das folhas, distribuídos alternadamente ao longo dos novos ramos, denominados de varas, oriundas da poda. Diz-se que a figueira produz em ramos do ano. Esse comportamento de frutificação possibilita um escalonamento natural da colheita, iniciando pelos frutos primeiramente formados, a partir da base dos ramos, exigindo repasses a pelo menos cada dois dias. Portanto, quanto mais vigoroso e contínuo é o crescimento dos ramos, maior é o número de frutos formados.

Considera-se taxa de frutificação na figueira a porcentagem de folhas que apresentam um fruto formado na inserção com o ramo (Figura 2B). A época de poda é capaz de interferir na frutificação. No segundo e terceiro ciclos do cultivo da figueira em ambiente protegido, Nienow et al. (2006) obtiveram taxas de frutificação que não foram afetadas pelo número de ramos conduzidos por planta e espaçamento (Tabela 1), mas podadas em agosto apresentaram melhores resultados, no segundo (66,6%) e no terceiro ciclo de cultivo (76,4%). Com as demais épocas de poda, as taxas variaram

entre 48,9% e 55,3% de frutificação. Em avaliações realizadas com podas de julho a meados de agosto, as taxas de frutificação foram ainda maiores, superando 80% (NIENOW et al., 2010).

Tabela 1. Taxa de frutificação e massa média de figos maduros da cultivar Roxo de Valinhos, colhidos no segundo e terceiro ciclos de cultivo com diferentes épocas de poda e número de ramos combinados com espaçamentos, em ambiente protegido, Passo Fundo, RS.

Época de poda	Taxa de frutificação (%)		Massa média dos frutos (g)		
	2° ciclo de cultivo	3° ciclo de cultivo	2° ciclo de cultivo	3° ciclo de cultivo	
				6 ramos/0,75 m	12 ramos/1,50 m
15 maio	50,9b	48,9b	48,3c	52,2abA	51,5aA
10 agosto	66,6a	76,4a	57,5a	52,4aA	51,5aA
5 outubro	55,3b	51,2b	53,1b	50,3bB	52,4aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Nienow et al. (2006).

A figueira exige clima quente e alta luminosidade no período vegetativo para obter elevados rendimentos (CHALFUN et al., 1998; PEREIRA, 1981). A poda, portanto, realizada muito precocemente, induzindo o crescimento das brotações em dias mais curtos e frios, pode reduzir a frutificação, conforme verificaram Nienow et al. (2006) com a poda em maio. Por sua vez, com a poda em agosto, o crescimento vegetativo e a formação de frutos se deram em dias mais longos e quentes, favorecendo a atividade fotossintética e a frutificação. Contudo, com a poda mais tardia, em outubro, as taxas

de frutificação reduziram. Uma hipótese seria a elevada taxa de crescimento vegetativo e a redução do tempo entre a poda e o início da colheita, resultando em alta concorrência da frutificação com os drenos de fotoassimilados, representados pelo crescimento dos ramos e dos frutos.

Matsuura et al. (2001) trataram folhas de figueira com C^{13} (Carbono 13) em diferentes alturas do ramo e fases de desenvolvimento dos frutos. A maior parte dos fotoassimilados produzidos pelas folhas da base dos ramos foi armazenada nos frutos da axila dessas folhas e na base dos ramos, enquanto os produzidos pelas folhas da parte mais apical do ramo foram armazenados na folha e grande parte direcionada para o ápice do broto, indicando forte concorrência entre o crescimento vegetativo e a formação de frutos.

Número de frutos por planta

O número de frutos que uma planta é capaz de produzir é influenciado pela época de poda e o número de ramos mantidos por planta. A poda realizada em 10 de agosto, conduzindo as plantas com 8 ou 12 ramos, proporcionou maior número de frutos (Tabela 2) comparadas com as plantas em menor espaçamento, com 4 ou 6 ramos (NIENOW et al., 2006). As podas realizadas muito cedo (maio) ou tardiamente (outubro) resultaram em menor número de frutos. As justificativas residem na menor taxa de frutificação das plantas podadas muito cedo; e, com a poda mais tardia, na redução do período de colheita, uma vez que as plantas dispõem de menor tempo para crescer, frutificar e amadurecer.

Tabela 2. Número de figos maduros colhidos por planta da cultivar Roxo de Valinhos no segundo e terceiro ciclos de cultivo, com diferentes épocas de poda e número de ramos combinados com espaçamentos, em ambiente protegido, Passo Fundo, RS.

Época de poda	Número de frutos maduros colhidos por planta			
	2º ciclo de cultivo		3º ciclo de cultivo	
	4 ramos/0,75 m	8 ramos/1,50 m	6 ramos/0,75 m	12 ramos/1,50 m
15 maio	46cB	95cA	50bB	113bA
10 agosto	90aB	203aA	101aB	220aA
5 outubro	76bB	109bA	51bB	101bA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Nienow et al. (2006).

O número semelhante de frutos por planta nos dois ciclos de cultivo, apesar do aumento de 4 para 6 ramos, e de 8 para 12 ramos, pode ser atribuído à maior distância entre as folhas, decorrente do crescimento mais intenso dos ramos na disputa por luz em virtude da maior densidade de ramos, proporcionando menor número de frutos emitidos por ramo.

Com podas realizadas entre 10 de julho e 20 de agosto (Tabela 3), não foram observadas diferenças no número de frutos produzidos por planta (NIENOW et al., 2010), o que demonstra serem esses os limites para realizar a poda em ambiente protegido nas condições estudadas. Contudo, quando realizada a poda entre final de julho e início de agosto (primeira dezena), a brotação (Figuras 2C e 2D) ocorre em menor tempo e mais uniforme, bem como proporciona maior período de colheita.

Tabela 3. Frutificação, número de frutos por planta, produção por planta e por hectare de figueiras cultivar Roxo de Valinhos com diferentes épocas de poda, e número de ramos combinados com espaçamentos, em ambiente protegido, Passo Fundo, RS – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), ciclo 2008–2009.

Época de poda	Frutificação (%)	Nº frutos planta ⁻¹	Produção planta ⁻¹ (kg)	Produtividade (t ha ⁻¹)
10/7/2008	84,2ns	105,6ns	8,2ns	39,6ns
30/7/2008	79,2	100,4	7,2	33,2
19/8/2008	80,1	91,4	6,4	31,0
Espaçamento e nº de ramos				
0,75 m x 1,9 m – 4 ramos	77,6b	68,2b	5,1b	35,8ns
1,50 m x 1,9 m – 8 ramos	84,7a	130,1a	9,5a	33,4
Média	81,2	99,1	7,3	34,6

(ns) não significativo pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Nienow et al. (2010).

Produção por planta e produtividade

O número de ramos conduzidos por planta pode influenciar o tamanho e a massa média dos figos produzidos, dependendo do nível de concorrência pelos fotoassimilados determinado pelo aumento da produção. Contudo, dentro dos limites estudados de ramos conduzidos por planta, combinados com o adequado espaçamento, praticamente não foram observadas diferenças significativas. Por exemplo, nas duas primeiras safras avaliadas

(Tabela 1), a massa média dos frutos variou de 51 g a 57 g (NIENOW et al., 2006). Em safra posterior, foram obtidos frutos maiores, alcançando 73 g (Figuras 2E e 2F) (NIENOW et al., 2010). Essa evolução decorreu, possivelmente, do fato de as plantas apresentarem maior enraizamento e melhorias no manejo do cultivo, como na fertirrigação e mais efetivo controle fitossanitário (ferrugem e ácaros), indutores de desfolhamento e/ou prejuízos à fotossíntese.

A produção por planta é determinada, principalmente, pelo número de ramos conduzidos e de frutos produzidos por planta, considerando que a massa média dos frutos não tem sofrido, praticamente, influência desses fatores de produção.

Assim, no segundo e terceiro ciclos, as plantas conduzidas com maior número de ramos, no espaçamento de 1,50 m, proporcionaram maior produção, com destaque para as plantas podadas em agosto (Tabela 4). A produção por hectare, por sua vez, no segundo ciclo foi maior nas plantas conduzidas com maior número de ramos e podadas em agosto, apesar de o número de ramos por hectare variar entre os tratamentos (28.070 ramos ha⁻¹). No terceiro ciclo, também a poda em agosto proporcionou maior produtividade em relação às podas de maio e outubro. Nesse ciclo não foi verificado efeito do número de ramos por planta sobre a produção por área, fixado em 42.105 ramos ha⁻¹ (NIENOW et al., 2006).

A produtividade obtida com podas entre 10 de julho e 20 de agosto, em safra posterior, foi de 34,6 t ha⁻¹ em média (Tabela 3), não diferindo entre épocas de poda e número de ramos por planta (NIENOW et al., 2010).

Estabelecendo uma comparação com sistemas de cultivo da figueira a céu aberto, é possível concluir que o rendimento de frutos maduros em ambiente protegido é superior, especialmente nos primeiros anos de cultivo (plantas jovens). Segundo a Cati (2002), a média mundial de rendimento de figos maduros é de 28,6 t ha⁻¹. No Brasil, o rendimento pode chegar, segundo Chalfun et al. (1998), a 20 t ha⁻¹ ou 30 t ha⁻¹, em pomares bem conduzidos a partir dos 6 anos de idade. No Rio Grande do Sul, dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER-RS, 2004) apontam rendimentos de 15 t ha⁻¹. Em Passo Fundo, RS, Nienow e Sacomori (2006) obtiveram produção de 22,8 t ha⁻¹ de figos maduros em plantas com 5 anos de idade. A produção em ambiente protegido, portanto, pode representar acréscimos médios de até 40% em relação aos alcançados a céu aberto no Brasil.

Tabela 4. Produção por planta e por hectare de figos maduros cultivar Roxo de Valinhos no segundo e terceiro ciclos de cultivo, com diferentes épocas de poda e número de ramos combinados com espaçamentos, em ambiente protegido, Passo Fundo, RS, ciclos 2001–2002 e 2002–2003.

2º ciclo de cultivo				
Época de poda	Produção (kg planta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)	
	4 ramos/0,75 m	8 ramos/1,50 m	4 ramos/0,75 m	8 ramos/1,50 m
15 maio	2,23cB	4,50cA	16,52cA	16,68bA
10 agosto	5,16aB	11,65aA	38,11aB	43,14aA
5 outubro	4,10bB	5,73bA	30,38bA	21,21bB

3º ciclo de cultivo			
Época de poda	Produção (kg planta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)
	6 ramos/0,75 m	12 ramos/1,50 m	
15 maio	2,59bB	5,83bA	20,99b
10 agosto	5,36aB	11,34aA	40,98a
5 outubro	2,55bB	5,30bA	19,43b

Médias sucedidas de mesma letra minúscula na coluna e de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Doenças e pragas

O uso do ambiente protegido cumpriu com um dos principais objetivos, que foi o de evitar a podridão de frutos, em virtude do não molhamento. A redução da ocorrência de ferrugem (*Cerotelium fici*) também é observada. Embora tratamentos preventivos possam ser realizados desde o início da brotação, foi constatado em alguns ciclos sem tratamento preventivo que a fase de maior ocorrência se

dava a partir de janeiro. Ocorrendo o inóculo do patógeno, a temperatura e umidade relativa mais elevada favorecem a disseminação. Assim, merece atenção o manejo das cortinas laterais, especialmente nos dias chuvosos, uma vez que o molhamento das plantas situadas junto às laterais da estufa pode se constituir em importante ponto de ocorrência e disseminação da ferrugem. O tratamento preventivo apenas das linhas laterais é uma estratégia possível de controle e de redução de tratamentos.

Quanto às pragas, os maiores cuidados devem ser na escolha da área a ser implantado o pomar e na aquisição das mudas, verificando não estarem infestadas de nematoides (*Meloidogyne incognita*) e pérola-da-terra (*Eurhizococcus brasiliensis*). Na parte aérea, a experiência demonstrou que o ambiente mais seco durante o dia favorece a ocorrência de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*), praga pouco comum nos plantios em campo, exigindo rigoroso monitoramento e controle. Os tratamentos químicos são, sem dúvida, uma opção, mas é necessário evoluir para o controle biológico, que possivelmente deverá ser mais eficiente, considerando as dificuldades de uma boa cobertura na pulverização das plantas, uma vez que os ácaros concentram-se na face inferior das folhas.

Perspectivas de cultivos consorciados

Considerando os custos de implantação e de manejo de um cultivo em estufa agrícola, outras propostas estão sendo implementadas para incrementar o retorno econômico do sistema de produção e diluir os custos, como os cultivos consorciados. Assim,

pensando em uma espécie de safra complementar a da figueira, foi estabelecido um sistema consorciado com morangueiro, cultivado em bolsas plásticas e sistema semi-hidropônico, dispondo uma linha de cultivo em cada lateral da linha de plantio das figueiras (Figura 3).



Figura 3. Cultivo consorciado da figueira com o morangueiro.

Fotos: Alexandre Augusto Nienow.

Resultados promissores já foram alcançados, com a possibilidade de realizar o plantio dos morangueiros em maio, com produção de final de julho a meados de janeiro. Tecnicamente, o plantio do morangueiro seria realizado na entrada da dormência das figueiras,

quando do início da queda das folhas ou, caso necessário, da retirada das mais basais. Assim, seria permitida a adequada luminosidade. Realizando a poda da figueira em agosto, o sombreamento ocorre com o crescimento dos ramos, porém não é esperado que algum déficit significativo de luminosidade ocorra antes de dezembro, permitindo uma satisfatória safra de morangos.

Durante os meses de janeiro a abril, antes de reiniciar o plantio dos morangueiros, outras culturas olerícolas poderiam se apresentar como alternativas.

Referências

ALMEIDA, M. de M.; SILVEIRA, E. T. da. Tratos culturais na cultura da figueira no sudoeste de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 188, p. 27-33, 1997.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. **Produção integrada de figo**: produção mundial e brasileira. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetos/PIF/figo/producao_mundial_brasileira.htm>. Acesso em: 18 dez. 2002.

CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; HOFFMANN, A. Cultura da figueira.

In: **Fruticultura comercial**: frutíferas de clima temperado. Lavras: Ufla-Faepe, 1998. p. 13-69.

CHAVES, A. **Figueira cv. Roxo de Valinhos submetida a diferentes épocas de poda e número de ramos combinado com espaçamentos, em ambiente protegido**. 2003. 110 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

CUNHA, G. R. **Meteorologia**: fatos e mitos. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1997. 268 p.

DOMINGUEZ, A. F. **La higuera**. Madrid, ES: Mundi-Prensa, 1990. 190 p.

EL-KASSAS, S. E.; AMIN, K. I. A.; MOSTAFA, F. M. A.; SHAABAM, M. M. M. Response of young plants of some fig cultivars to certain horticultural practices of planting distances and pruning. **Jiangsu Journal of Agricultural Sciences**, Nanjing, v. 29, n. 4, p. 43-58, 1998.

EMATER-RS. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul 2003-2004**. Porto Alegre, 2004. 89 p.

FAO. Food and Agricultural Organization of United Nations. **Faostat**: área e produção mundial de figos. Disponível em:

<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1992.

GALÁN SAÚCO, V. **Cultivo de frutas em ambientes protegidos**: abacaxi, banana, carambola, cherimóia, lichia, mamão, manga, maracujá, nêspera. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2002. 85 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 37, p. 1-91, 2010. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/tabelas_pdf/tabela04.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2012.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Frutas frescas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 25 jun. 2012.

INFOAGRO. **El cultivo de la higuera breval**. Disponível em: <http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/breva.htm>. Acesso em: 21 dez. 2002.

KIMATI, H. Doenças da figueira: *Ficus carica* L. In: GALLI, F. **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. São Paulo: Ceres, 1980. v. 2, p. 319-323.

LAJÚS, C. R. **Desenvolvimento e produção da figueira cv. Roxo de Valinhos em ambiente protegido, submetida a diferentes épocas de poda e condução**. 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

MAIORANO, J. A.; ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. de A.; ABRAHÃO, E.; PEREIRA, A. F. Botânica e caracterização de cultivares de figueira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 188, p. 22-24, 1997.

MATSUURA, K.; TANABE, K.; TAMURA, F.; ITAI, A. Distribution of ¹³C administered to a leaf of a bearing shoot of fig trees during the fruit enlargement and maturation stages at the lower nodes. **Journal**

of the **Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, JP, v. 70, n. 4, p. 466-472, 2001.

MEDEIROS, A. R . M. de. **A cultura da figueira**. Pelotas: EMBRAPA-CNPFT, 1987. 20 p. (EMBRAPA-CNPFT. Circular Técnica, 13).

MEGIOLARO, E.; PICCOLI, S. T.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Crescimento dos frutos da figueira, conduzida com diferente número de ramos por planta em ambiente protegido. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2006, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Ed. da UPF, 2006. 1 CD ROM.

NIENOW, A. A.; CHAVES, A.; LAJÚS, C. R.; CALVETE, E. O. 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.

NIENOW, A. A.; SACOMORI, M. D. F. Crescimento e produção da figueira cv. Roxo de Valinhos conduzida com diferente número de ramos. Passo Fundo, RS. In: REUNIÃO TÉCNICA DE FRUTICULTURA, 6., 2001, Bagé. **Anais...** Porto Alegre: Fepagro: Emater/RS-Ascar, 2006. p. 123-125.

NIENOW, A. A.; ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M.; CALVETE, E. O. Épocas de poda e número de ramos combinados com espaçamento na produção de figueiras em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

PEREIRA, F. M. **Cultura da figueira**. Piracicaba: Livroceres, 1981. 73 p.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 188 p.

ROBLEDO, F. P.; MARTIN, L. V. **Aplicación de los plasticos en la agricultura**. 2. ed. Madrid, ES: Mundi-Prensa, 1988. 753 p.

SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C. I. N.; MANDELLI, F. Fenologia da videira Niágara Rosada, cultivada em estufa e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 199-206, 1997.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Ceres, 1971. p. 291-309.

TAPIA, G. J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los Plásticos Modernos**, Barcelona, v. 295, p. 75-82, 1981.

VENEGA, M. F.; CORRÊA, L. S. Distribuição do sistema radicular da figueira (*Ficus carica* L.) cultivada num latossolo vermelho escuro, na região de Selvíria – MS. **Revista Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 7, n. 1, p. 65-72, 1998.

ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Fenologia e produção de figueiras cv. Roxo de Valinhos em ambiente protegido submetidas a épocas de poda e número de ramos combinados com espaçamentos. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2009, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Ed. da UPF, 2009. 1 CD ROM.

Capítulo 3

Cultivo de macieira em ambiente protegido

Cassandro Vidal Talamini do Amarante

Aquidauana Miqueloto

Cristiano André Steffens

Introdução

O cultivo da macieira (*Malus domestica* Borkh) ocorre em regiões de altitude que propiciam condições climáticas adequadas para a produção e a qualidade dos frutos. Essas mesmas condições climáticas, no entanto, favorecem a ocorrência de granizo, com prejuízos significativos aos produtores (YURI, 2003).

A ocorrência de granizo tem maior frequência na primavera, especialmente nos meses de outubro e novembro, em consequência dos complexos convectivos de mesoescala, que são áreas de instabilidade que se formam no Paraguai e no Norte da Argentina, na região do Chaco (MARCELINO et al., 2004). O granizo é formado na parte superior de nuvens do tipo cúmulo-nimbos, onde a temperatura é menor e favorece a transformação de gotículas de água em partículas de gelo, com diâmetro médio de 1,5 cm a 2 cm, que pode variar de 0,5 cm a 20 cm (MARTINEZ et al., 2001). O granizo ocorre de forma localizada e não atinge grandes áreas. Em pomares de macieira, o granizo, dependendo da intensidade, pode ocasionar danos substanciais aos frutos, desde queda dos frutos pequenos a ferimentos, deformações e manchas

nos frutos grandes, reduzindo assim seu valor comercial e capacidade de armazenamento.

Quando em intensidade alta, o granizo pode comprometer produções futuras, devido ao dano causado aos ramos e às folhas das plantas, favorecendo o desenvolvimento de fungos causadores de cancro. Leite et al. (2002), estudando o uso de tela de proteção na cultura da macieira no Município de Fraiburgo, SC, relataram, com base em dados de cinco anos, ausência total de danos de granizo nos frutos em plantas cobertas. Esses mesmos autores salientam que as plantas descobertas apresentam uma perda média anual de 6,5% da produção, em consequência do dano de granizo aos frutos, podendo chegar, em anos de granizo intenso, a 45,9%.

Na tentativa de minimizar os prejuízos ocasionados pelo granizo, têm sido adotadas alternativas de controle, como a utilização de foguetes antigranizo e geradores de solo (YURI, 2003). Em virtude do elevado custo dos foguetes antigranizo e das incertezas geradas quanto a sua eficiência, os produtores suspenderam a sua utilização. Em substituição aos foguetes, o controle de granizo em grandes áreas é feito pelo método de geradores de solo. É possível ainda utilizar o seguro agrícola, como proteção às perdas na produção que podem ocorrer na eventualidade de ocorrência de granizo (YURI, 2003). O seguro agrícola, todavia, cobre somente danos causados aos frutos, não incluindo danos causados pelo granizo às plantas, que podem comprometer produções futuras.

Atualmente, o método considerado mais seguro de proteção contra o granizo é a utilização de telas sobre o sistema de cultivo (POLDERVAART, 2006). Apesar do alto custo de implantação desse sistema (moirões, arames, telas e mão de obra), estimado em R\$

20.000,00 a R\$ 25.000,00 por hectare (cerca de US\$ 11.700 a US\$ 14.700 por hectare), acredita-se que o mesmo seja viável economicamente a longo prazo. As telas antigranizo, no entanto, reduzem a radiação solar incidente sobre as plantas, e podem, por isso, comprometer a fotossíntese, a produção e a qualidade dos frutos. A intensidade desses efeitos está relacionada com o grau de sombreamento (dependente da coloração e da malha da tela utilizada), da combinação cultivar e porta enxerto, da densidade de plantio, do sistema de manejo e condução das plantas, da safra agrícola e da região de produção (AMARANTE et al., 2007, 2009; CHEN et al., 1997; GARDNER; FLETCHER, 1990; LEITE et al., 2002; MIDDLETON; MCWATERS, 2002; STAMPAR et al., 2002; TASSARA; BATTAGLIA, 1992; WARNIER, 2004; WIDMER, 2001).

Este capítulo tem por objetivo descrever os conhecimentos existentes sobre o emprego de telas antigranizo e os seus efeitos na intensidade e qualidade da radiação solar disponibilizada às plantas, bem como sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos na cultura da macieira.

Constituição das telas antigranizo e sua instalação

As telas antigranizo são constituídas de fibras de polietileno de alta densidade, com diâmetro de 288 µm a 356 µm, dispostas em duplo trançado na direção longitudinal, e um simples trançado na direção transversal (Figura 1), recebem tratamento para proteção contra radiação ultravioleta, e podem ser encontradas nas colorações preta, branca, cristal (translúcida), vermelha, azul, cinza

e verde (BLANKE, 2007). Dentre as telas antigranizo utilizadas, as que apresentam maior durabilidade em condições de campo são as telas de coloração preta e branca, com aproximadamente 15 e 10 anos, respectivamente (TASSARA; BATTAGLIA, 1992). Atualmente, com o avanço das técnicas e da composição dos materiais utilizados na fabricação de telas, a durabilidade dessas tem-se mostrado equivalente.



Figura 1. Detalhe da tela antigranizo, mostrando fibras de polietileno dispostas em duplo trançado na direção longitudinal (sentido vertical), e um simples trançado na direção transversal (sentido horizontal).

Foto: Cassandro Vidal Talamini do Amarante.

As telas são instaladas ao longo da linha de plantio, com a utilização de moirões e arames, com cobertura no formato de duas águas ou horizontal. A cobertura de duas águas é projetada para permitir a queda de pedras de granizo entre as fileiras de plantas

(Figura 2). Já o formato horizontal faz com que o granizo se acumule ao longo da sua extensão, sendo liberado após o derretimento. O inconveniente do formato horizontal é que a tela antigranizo pode romper-se, não suportando excessivo peso do granizo, ou muitas vezes é necessário tensionar a tela novamente.



Figura 2. Pomar de macieiras com cobertura de tela antigranizo nas cores branca (à esquerda) e preta (à direita), no formato de duas águas.

Foto: Cassandro Vidal Talamini do Amarante.

Disponibilidade de radiação em macieiras cobertas com telas antigranizo

A utilização de tela antigranizo, dependendo da sua coloração e abertura da malha, pode alterar a quantidade e a qualidade da luz

transmitida para o interior do pomar, podendo afetar o desenvolvimento, a produção e a qualidade dos frutos (AMARANTE et al., 2007, 2009; BLANKE, 2007; BLISKA JÚNIOR; HONÓRIO, 1996). A luminosidade é atenuada de forma diferenciada, conforme o tipo de material utilizado como cobertura (SENTELHAS et al., 1998).

As empresas que comercializam telas antigranizo para utilização em pomares de maçãs informam que os níveis de sombreamento ocasionados são de 8% a 12% para telas brancas e de 18% a 25% para telas pretas. Em pomar comercial de macieiras, localizado no Município de Vacaria, RS, coberto com telas antigranizo nas cores branca e preta, ambas com malha de 4,0 mm x 7,0 mm, foi observada grande redução na radiação fotossinteticamente ativa – RFA ($\lambda = 400 - 700 \text{ nm}$) (Figura 3).

As telas branca e preta ocasionaram reduções na RFA de 20,1% e 21,5%, respectivamente, em relação à área descoberta, no período das 10h às 14h. O sombreamento foi ainda maior nos períodos das 8h às 10h e das 14h às 16h, devido ao menor ângulo entre a radiação incidente e a superfície das telas nesses horários, em relação aos horários próximos do meio-dia. A tela branca ocasionou redução média na RFA de 23,1%, enquanto a tela preta ocasionou redução de 28,0%, nestes períodos de início da manhã (8h às 10h) e final da tarde (14h às 16h). Considerando o acúmulo total de radiação ao longo do dia, as telas branca e preta ocasionaram reduções na RFA de 21,2% e 24,8%, respectivamente (Figura 4), o que pode interferir no desenvolvimento e na qualidade dos frutos, dependendo da cultivar e do porta-enxerto, do sistema de manejo e condução das plantas e da região de produção.

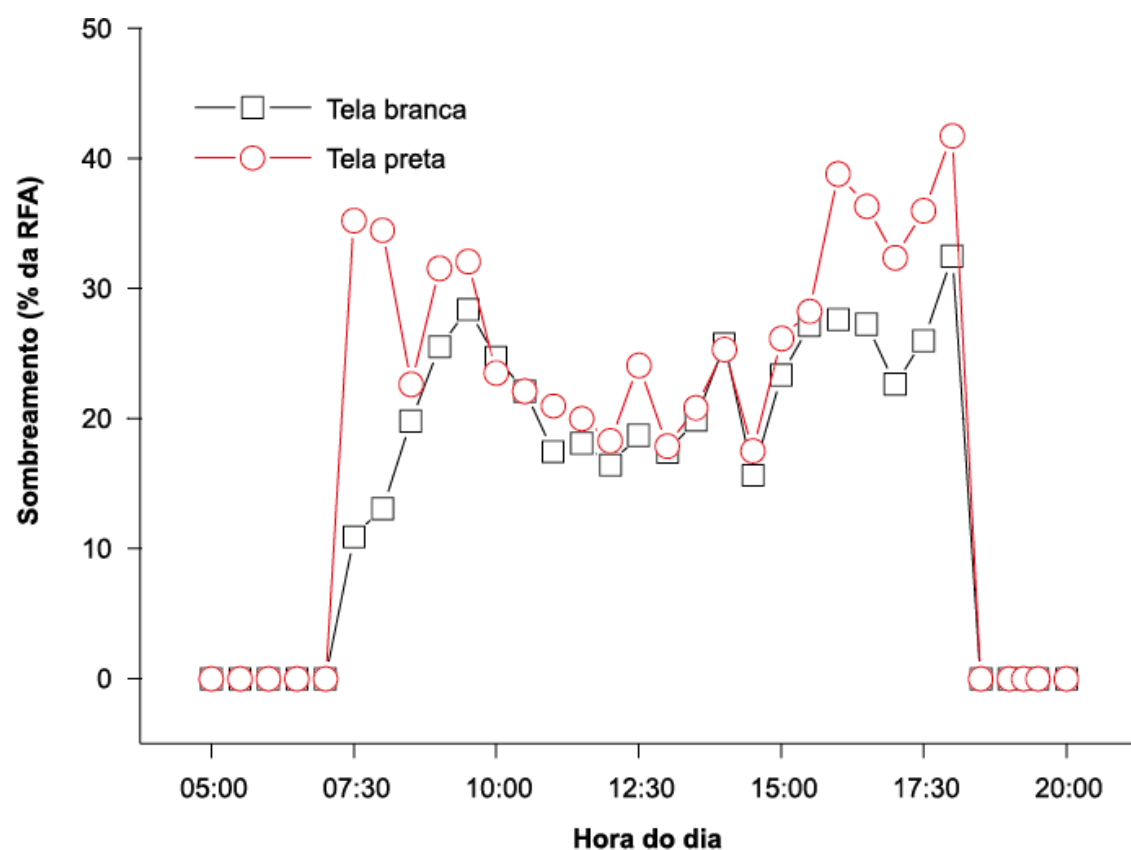


Figura 3. Sombreamento (% da radiação fotossinteticamente ativa; RFA) ocasionado pelo emprego de telas antigranizo nas cores branca e preta, em relação ao tratamento controle (sem tela), ao longo de um dia típico de verão, com céu sem nebulosidade, em Vacaria, RS, 2005.

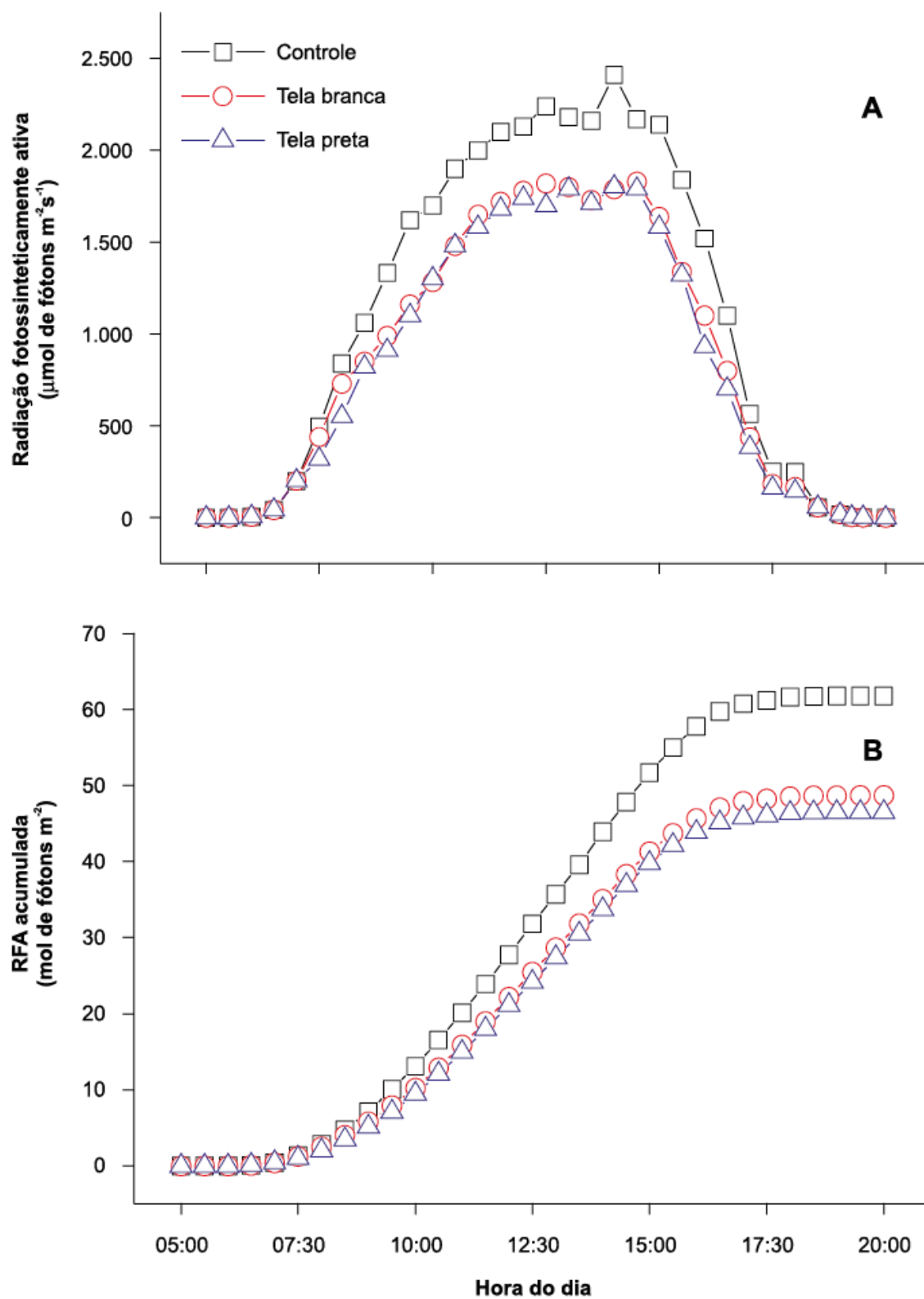


Figura 4. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente (A) e acumulada (B) ao longo de um dia típico de verão, com céu sem nebulosidade, sob telas antigranizo nas cores branca e preta, e no tratamento controle (sem tela).

Fonte: Amarante et al. (2007).

A redução nas radiações fotossintética ativa (RFA) e ultravioleta (UV) e na relação vermelho:vermelho distante (V:Vd) da luz, na região de entrelinhas e no interior do dossel das plantas em pomar de macieira, depende da coloração da tela antigranizo utilizada (Figura 5). Na região da entrelinha no pomar, em áreas cobertas com telas antigranizo nas cores branca e preta, a redução da RFA pode chegar a 32% e 39%, enquanto a radiação UV pode ter reduções de 34% e 39%, respectivamente, em relação à área descoberta. No interior do dossel a redução pode ser de 8% e 17% para a RFA, e de 9% e 16% para a radiação UV, nas áreas cobertas com tela branca e preta, respectivamente, em relação à área descoberta. A relação V:Vd sofre uma maior redução no interior do dossel das plantas cobertas com tela preta (Figura 5).

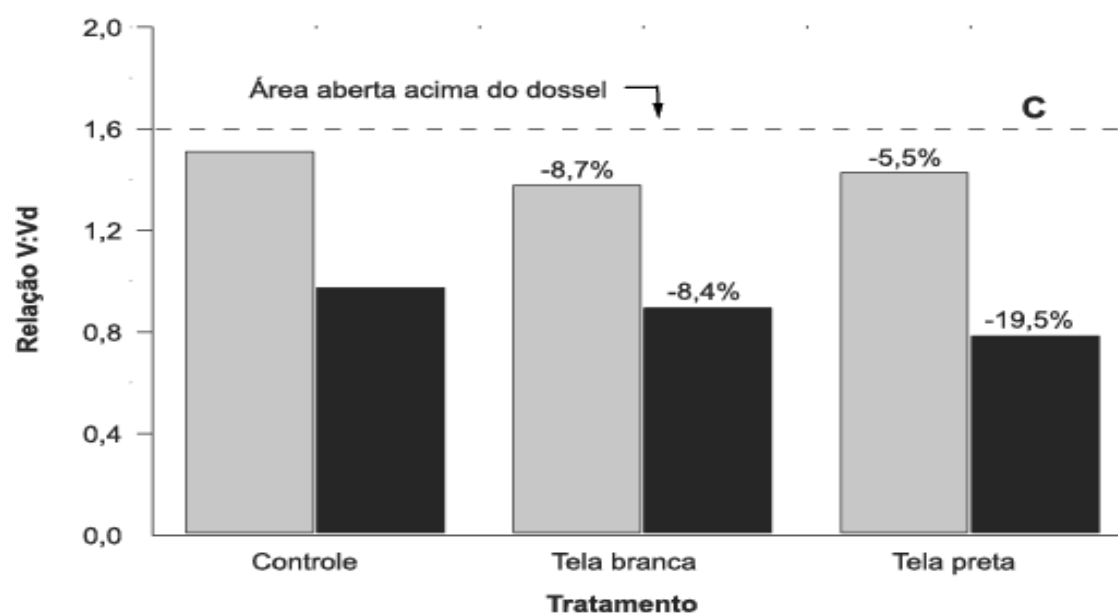
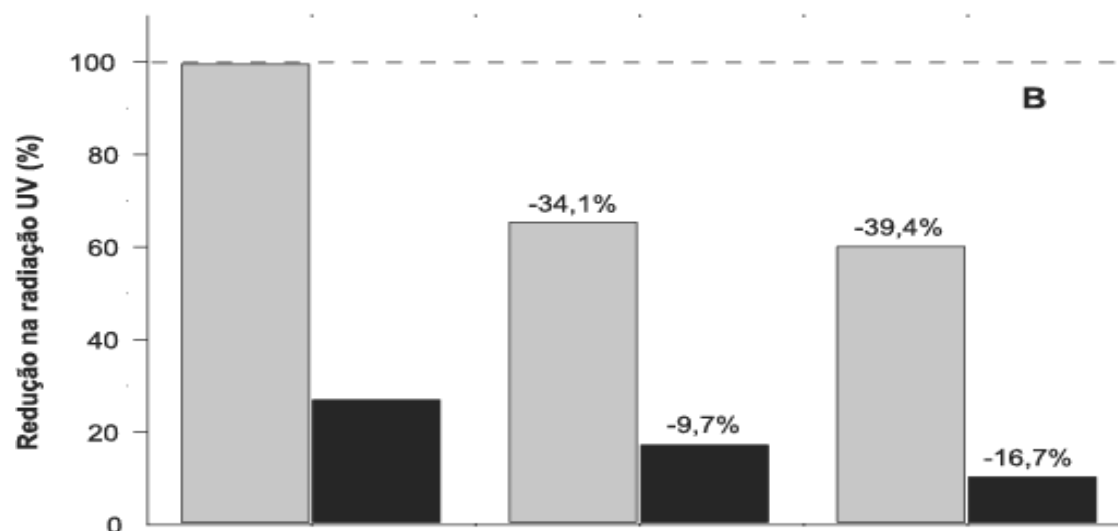
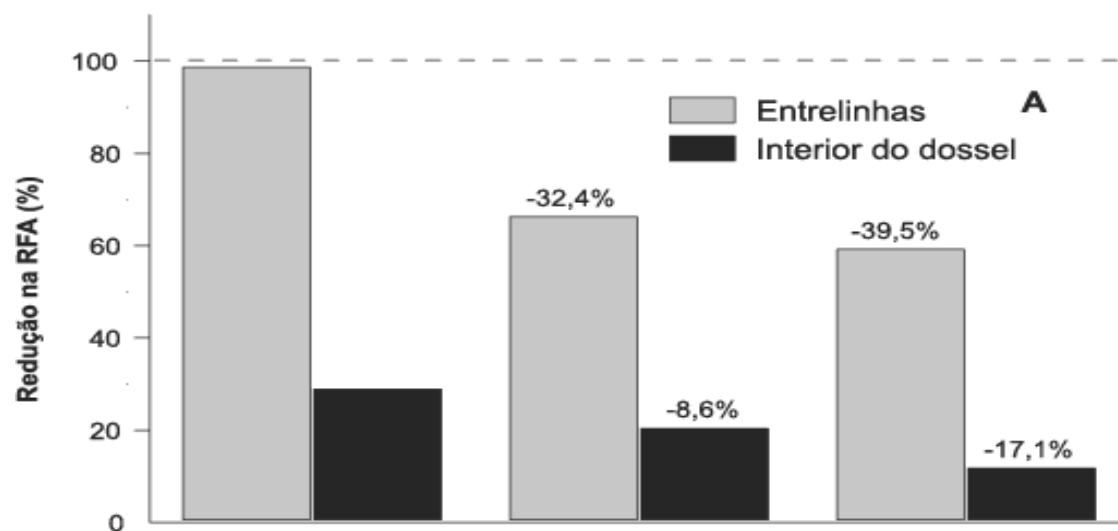


Figura 5. Redução na radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (A), na radiação ultravioleta (UV) (B), e na relação vermelho:vermelho distante (V:Vd) (C), nas regiões de entrelinhas e do interior do dossel de macieiras 'Royal Gala', cobertas com telas antigranizo nas colorações branca e preta, em Vacaria, RS, 2005.

Blanke (2007) relatou que a tela preta pode reduzir em 18% e 29% os valores de RFA e radiação UV, respectivamente; enquanto a tela cristal pode reduzir em 7% a RFA e em 20% a radiação UV. Segundo esse mesmo autor, em dias ensolarados, em áreas cobertas com telas de coloração preta e cristal (translúcida), pode haver uma redução da RFA de 25% e 12%, respectivamente; enquanto em dias nublados a tela preta pode interceptar até 50% da radiação luminosa incidente. Na região do Alto Valle del Rio Negro, na Argentina, foram registradas reduções de 28% e 45% na RFA, utilizando-se telas pretas com malhas de 4,5 mm x 6 mm (15% de sombreamento) e 3 mm x 6 mm (com 55% de sombreamento), respectivamente (DUSSI et al., 2005). Em pomares de macieira cobertos com telas antigranizo de colorações preta, branca e cinza, houve redução nos níveis de RFA fornecido às plantas de 18% a 25%, 8% a 12% e 15% a 17%, respectivamente (WIDMER, 2001).

Efeitos das telas antigranizo sobre a temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar no interior do pomar

As telas também exercem influência sobre a temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar no interior do pomar. Segundo Iglesias e Alegre (2006), as telas podem promover uma

redução em até 3 °C na temperatura diurna em dias quentes, em razão da interceptação da radiação solar ou efeito de sombra, que é maior do que o ganho de temperatura causado pela redução na circulação do ar ou efeito estufa. Em dias com baixa intensidade de radiação luminosa, no entanto, o ambiente coberto com tela antigranizo pode apresentar uma elevação de 1 °C na temperatura mínima, em relação às áreas descobertas, devido ao bloqueio, pela tela, da radiação longa refletida, provocando o efeito estufa.

Em Israel, a cobertura de macieiras com tela reduziu a temperatura do ar durante o dia (máximo de 1,5 °C à tarde) e aumentou a temperatura do ar à noite (máximo de 0,5 °C), resultando em uma redução de 2 °C na temperatura média diária, em relação à área descoberta (TANNY et al., 2009). Na Suíça, macieiras cobertas com tela antigranizo preta apresentaram redução na temperatura do ar no interior do dossel de 0,2 °C a 0,8 °C (KÜHRT et al., 2006c).

A utilização das telas pode reduzir a velocidade do vento em 9% (TANNY et al., 2009) e aumentar em 6% a 15% a umidade relativa do ar no interior do pomar (MIDDLETON; MCWATERS, 2002; SOLOMAKHIN; BLANKE, 2007).

A alta umidade relativa do ar causada pela utilização de telas anti-granizo aumenta o período de molhamento foliar após a ocorrência de chuvas, podendo ocasionar uma alta incidência de doenças, como a mancha-foliar-da-Gala (*Colletotricum* spp.) (LEITE et al., 2002). Em anos com alta umidade relativa, a tela antigranizo favorece o desenvolvimento de mancha-foliar-da-Gala, em razão da manutenção da umidade foliar por um período maior, resultado da redução da radiação solar e da menor velocidade do vento (LEITE

et al., 2002). A utilização de telas antigranizo, entretanto, pode reduzir a incidência de doenças, em função da redução dos danos mecânicos ocasionados pela ocorrência de granizo e pelo impacto dos frutos com as estruturas vegetativas da planta, em virtude da menor velocidade do vento no interior do pomar (IGLESIAS; ALEGRE, 2006).

As telas antigranizo podem também reduzir a incidência de doenças, pelo menor impacto da gota da chuva sobre os tecidos da planta, reduzindo assim a disseminação do patógeno. A alta umidade relativa e a redução na velocidade do vento no interior do dossel das plantas podem melhorar a eficiência na absorção química dos produtos pulverizados sobre a lâmina foliar, uma vez que a secagem da substância em contato com a folha ocorrerá de forma mais lenta. Ademais, a tela antigranizo pode facilitar a pulverização de agroquímicos sob condições de vento, reduzindo a deriva (GARCIN; ZAVAGLI, 2006; MIDDLETON; MCWATERS, 2002). Essa maior eficiência da absorção química do produto pode ser responsável pela redução na incidência de doenças no pomar.

O emprego de telas antigranizo pode aumentar a severidade de *russeting*, em razão da restrição no movimento de ar nesse ambiente, ocasionando uma maior umidade relativa (MIDDLETON; MCWATERS, 2002). No entanto, Amarante et al. (2007, 2009) relataram menor incidência desse distúrbio fisiológico em frutos de macieiras cobertas com tela preta, em relação aos frutos de plantas descobertas (Tabela 1). Diversos autores também observaram uma menor severidade de *russeting* em plantas cobertas com tela antigranizo (LEITE et al., 2002; STAMPAR et al., 2002) como

resultado da diminuição da radiação solar (Figura 5A), o que reduz a manifestação desse distúrbio fisiológico em maçãs.

Tabela 1. Valores médios ($\pm$ erro padrão da média) de atributos de maturação dos frutos, em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, descobertas (controle) ou cobertas com tela antigranizo nas cores branca e preta, em Vacaria, RS, safras de 2003–2004 a 2005–2006.

Atributo de maturação dos frutos	Controle	Tela branca	Tela preta
		‘Royal Gala’	
Firmeza de polpa (N)	74,7 $\pm$ 0,4a	74,6 $\pm$ 1,3a	68,8 $\pm$ 0,3b
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,2 $\pm$ 0,1a	12,4 $\pm$ 0,1a	11,5 $\pm$ 0,2b
Índice de iodo-amido (1-5)	3,9 $\pm$ 0,09b	3,8 $\pm$ 0,07b	4,3 $\pm$ 0,05a
Acidez titulável (% de ácido málico)	0,34 $\pm$ 0,01a	0,33 $\pm$ 0,01a	0,31 $\pm$ 0,01a
		‘Fuji’	
Firmeza de polpa (N)	71,8 $\pm$ 1,0a	72,9 $\pm$ 0,7a	69,5 $\pm$ 0,6a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	14,2 $\pm$ 0,3ab	15,4 $\pm$ 0,1a	13,7 $\pm$ 0,3b
Índice de iodo-amido (1-5)	3,9 $\pm$ 0,07b	4,2 $\pm$ 0,05ab	4,3 $\pm$ 0,06a
Acidez titulável (% de ácido málico)	0,33 $\pm$ 0,01a	0,36 $\pm$ 0,01a	0,35 $\pm$ 0,01a

Valores seguidos da mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As plantas sob tela podem apresentar menor requerimento de água, em decorrência da diminuição das temperaturas máximas, aumento na umidade relativa no interior do pomar e redução na temperatura foliar (em até 3 °C), reduzindo assim o déficit de pressão de vapor de água entre a folha e o ar ambiente (EBERT; CASIERRA, 2000; TANNY et al., 2009).

Segundo Crété et al. (2001), é possível reduzir as necessidades de irrigação em cerca de 15% em plantas cobertas com tela, em relação às plantas descobertas, porque há uma diminuição na evapotranspiração. Essa maior eficiência no uso de água em macieiras cobertas com telas antigranizo pode, em alguns casos, promover o crescimento de frutos e aumentar seu peso médio. Em macieiras 'Royal Gala' e 'Jonagold' (sobre porta-enxerto MM 106), cobertas com tela antigranizo preta, ocorreu aumento no peso médio dos frutos de 4,3% e 3,4%, respectivamente, em relação às plantas descobertas (TASSARA; BATTAGLIA, 1992).

Influência das telas antigranizo sobre o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo

As plantas cobertas com telas antigranizo podem apresentar um maior crescimento vegetativo e menor tamanho dos frutos, quando comparadas às plantas descobertas (MIDDLETON; MCWATERS, 2002). Uma forma de minimizar o excesso de vigor vegetativo das plantas é o manejo com poda, enquanto o controle do tamanho dos frutos pode ser feito com o raleio.

O emprego de telas antigranizo pode promover o desenvolvimento vegetativo das plantas. Com o emprego de telas que ocasionam maior sombreamento, como é o caso da tela preta, há maior redução na relação V:Vd no interior do dossel (Figura 5C), afetando a fotomorfogênese e o balanço hormonal, promovendo uma maior dominância apical e o aumento no vigor. Leite et al. (2002) também relataram uma maior tendência do crescimento de macieiras sob tela antigranizo.

Macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' cobertas com tela antigranizo, especialmente de coloração preta, apresentaram maiores valores de área foliar média ($\text{cm}^2 \text{folha}^{-1}$) e área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$), em comparação às plantas descobertas (Tabela 2) (AMARANTE et al., 2007, 2009). Amarante et al. (2007), trabalhando com telas antigranizo de coloração preta em macieiras 'Royal Gala', também constataram um aumento no teor foliar de clorofila total, em relação às plantas descobertas (Tabela 2). No entanto, macieiras 'Fuji', cobertas com tela antigranizo preta, não apresentaram o mesmo comportamento (Tabela 2) (AMARANTE et al., 2009). Isso demonstra que o aumento no teor de clorofila em resposta ao sombreamento depende da cultivar, enquanto a expansão na área foliar parece representar um mecanismo comum de macieiras visando aumentar a eficiência da interceptação da radiação nas condições de sombreamento impostas pelas telas.

Tabela 2. Conteúdo de clorofila, área média e área específica das folhas, e rendimento de frutos em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, cobertas com telas antigranizo nas cores branca e preta, em Vacaria, RS, safras de 2003–2004 a 2005–2006.

Tratamento	Clorofila foliar (g m ⁻²)	Área foliar média (cm ²)	Área foliar específica (cm ² g ⁻¹)	Rendimento	
				Nº frutos cm ⁻² de seção transversal de tronco	g de frutos cm ⁻² de seção transversal de tronco
‘Royal Gala’					
Controle	207,93b	32,376b	114,00c	5,08a	683,07a
Tela branca	233,47a	33,214ab	128,00b	5,04a	672,65ab
Tela preta	233,59a	37,504a	151,92a	4,14a	538,69b
C.V. (%)	6,18	11,42	14,03	18,71	18,18
‘Fuji’					
Controle	208,28a	35,40b	119,43b	3,88a	509,90a
Tela branca	218,98a	36,73ab	138,72ab	2,98ab	379,77ab
Tela preta	217,69a	41,44a	142,91a	2,36b	321,80b
C.V. (%)	8,55	9,94	10,75	31,15	28,72

Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Fonte: Amarante et al. (2007, 2009).

Esse aumento nos valores de área média e área específica das folhas nas duas cultivares e do teor de clorofila em macieiras ‘Royal Gala’ refletem as adaptações das plantas ao sombreamento, visando aumentar a eficiência fotossintética em condições de menor RFA (Figuras 2, 3 e 5A) (DUSSI et al., 2005; LAMBERS et al., 1998). Folhas com maior área e menor espessura (com maior área

foliar específica) apresentam melhor aproveitamento da radiação incidente ao longo de todo o mesófilo foliar, aumentando assim a eficiência fotossintética em condições de baixa disponibilidade de luz. Além disso, visando aumentar a eficiência fotossintética em condições de sombreamento, há um aumento na relação clorofila *b*:clorofila *a* nas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2002).

O sombreamento, ocasionado pela cobertura de pomares de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' com telas antigranizo, nas cores branca e preta, resultou em menores valores de respiração no escuro, ponto de compensação de luz e taxa máxima de fotossíntese nas folhas, em resposta ao aumento na RFA, especialmente sob tela preta (Figura 6).

A maior restrição da RFA imposta pela tela preta, mesmo com as alterações verificadas na fotossíntese e no desenvolvimento foliar para adaptação à menor disponibilidade de luz, resultou em redução no número e peso de frutos por cm² de seção transversal de tronco, em relação às plantas descobertas (Tabela 2). Logo, a redução no rendimento de frutos em plantas cobertas com tela preta pode ser consequência da redução no suprimento de luz, que reduz o acúmulo de reservas e pode comprometer a diferenciação de gemas reprodutivas e, consequentemente, um efeito direto sobre a frutificação efetiva da cultura (CHEN et al., 1997; MIDDLETON; MCWATERS, 2002).

Sansavini e Corelli (1992) também relataram que baixa intensidade de luz pode afetar negativamente o desenvolvimento de folhas e ramos florais em macieiras. Todavia, em macieiras da cultivar Cox's Orange Pippin (sobre porta-enxertos EM-9 ou EM-26) cobertas com telas capazes de promover 12%, 25% ou 35% de

sombreamento, no período da floração à colheita, houve redução no tamanho e número de células no fruto com o incremento no nível de sombreamento, ocasionando dessa forma redução no tamanho médio e no peso seco dos frutos (JACKSON et al., 1977). Portanto, o emprego de telas antigranizo que causam excessivo sombreamento pode também reduzir o rendimento em macieiras pelo comprometimento na capacidade de divisão e crescimento das células dos frutos.

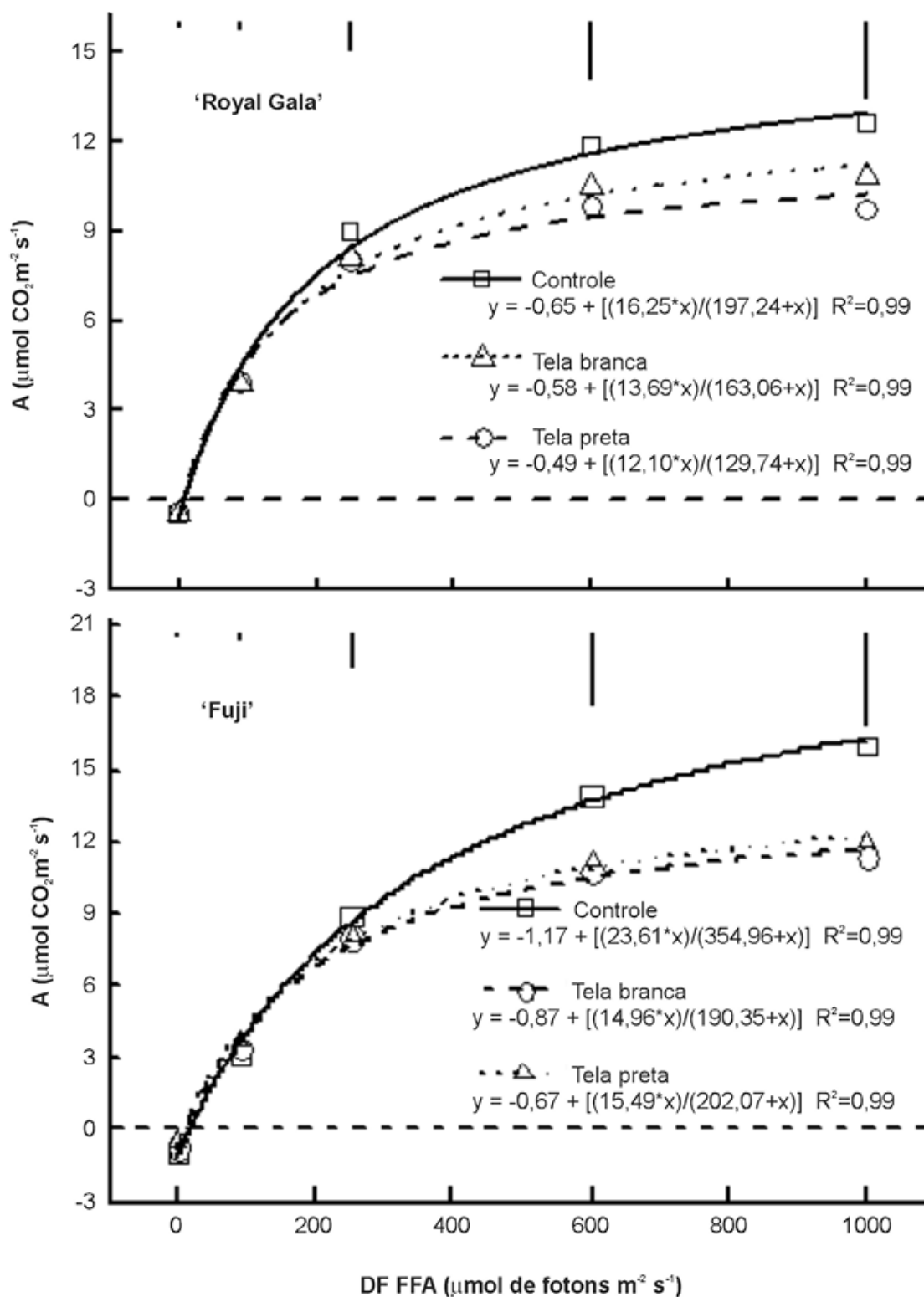


Figura 6. Taxa foliar de assimilação líquida de CO₂ (A) em função da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) em macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji', descobertas (controle) ou cobertas com telas antigranizo nas cores branca e

preta. As diferenças mínimas significativas entre tratamentos, para cada nível de DFFFA, indicadas no interior da figura (barras verticais), foram calculadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Amarante et al. (2007, 2009).

Efeito da utilização de telas antigranizo sobre a maturação e qualidade dos frutos

Cor dos frutos

Um dos atributos determinantes da qualidade para a comercialização é a coloração vermelha da epiderme (casca) em maçãs, que é influenciada pela temperatura e incidência da radiação luminosa no interior do pomar. A temperatura ótima para a produção de antocianinas em maçãs situa-se entre 15 °C e 20 °C, e depende do estágio de maturação dos frutos (ARAKAWA, 1991; ARAKAWA et al., 1999). Segundo Faust (1989), para o desenvolvimento satisfatório da coloração na epiderme do fruto, é necessário 70% da radiação total disponível sobre ele. Todavia, em macieiras ‘Delicious’, submetidas ao sombreamento de 10% a 20% com o emprego de telas, houve redução de cor vermelha na casca dos frutos (DOUD; FERREE, 1980).

A utilização de telas antigranizo, em especial telas pretas, devido às maiores reduções na RFA (Figuras 3, 4 e 5A) e na relação vermelho:vermelho distante (V:Vd) no interior do dossel das macieiras (Figura 5C), resultam em frutos com uma menor porcentagem de coloração vermelha (Figura 7; Tabela 3) e maior ângulo hue (h°) na epiderme do lado mais exposto à luz, indicando

assim menor intensidade de coloração vermelha (Tabela 3) (AMARANTE et al., 2007, 2009). Quanto menor o h° , maior a intensidade de cor vermelha, já que esse atributo define a coloração básica, sendo que 0° = vermelho, 90° = amarelo e 180° = verde.

A síntese de antocianinas, na epiderme dos frutos, é controlada por uma fotorreação de alta energia, com máximo de ação entre 650 nm e 670 nm, com uma faixa subsidiária entre 430 nm e 480 nm (DOWNS et al., 1965). Radiação no comprimento de onda do vermelho (660 nm) promove uma maior conversão do fitocromo, pigmento fotorreversível, da forma inativa para ativa, promovendo a síntese de antocianinas (TAIZ; ZEIGER, 2002). Como as telas antigranizo, especialmente na coloração preta, ocasionam menor relação V:Vd no dossel das plantas (Figura 4c), isso reduz a conversão do fitocromo da forma inativa para a forma ativa, diminuindo assim a biossíntese de antocianinas e a coloração vermelha na epiderme dos frutos, em relação à área descoberta (Figura 7; Tabela 3).

A utilização de telas antigranizo reduz a superfície com coloração vermelha em maçãs, mas esse efeito é mais evidente no lado do fruto menos exposto à luz, especialmente com a utilização de telas, e, portanto, menor acúmulo de antocianinas (Figura 7). A intensidade desse efeito depende também da cultivar. Maçãs 'Royal Gala', com maior desenvolvimento de coloração vermelha, apresentaram menor comprometimento desse atributo sob tela do que maçãs 'Fuji Standard' (Figura 7).

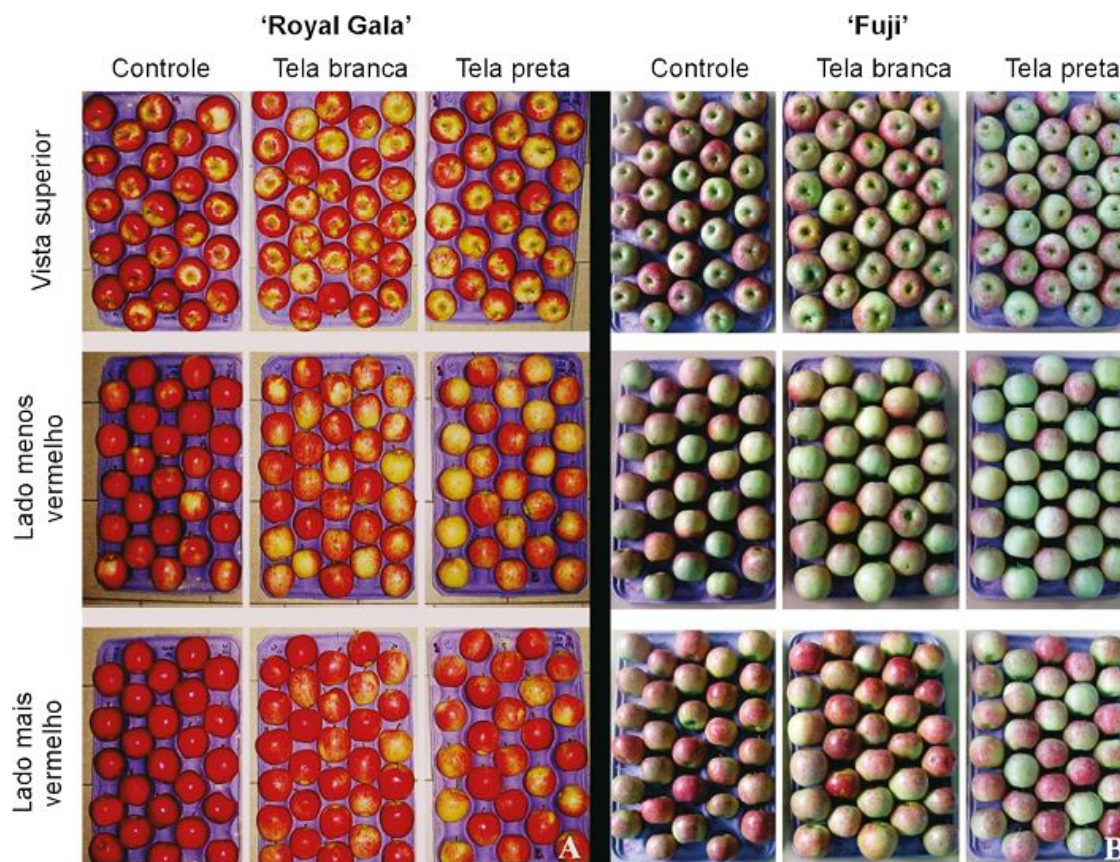


Figura 7. Vista superior e dos lados de maior (mais vermelho) e menor (menos vermelho) exposição à luz, em frutos de macieiras 'Royal Gala' (A) e 'Fuji' (B), não cobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo nas colorações branca e preta, em Vacaria, RS, 2005.

Foto: Cassandro Vidal Talamini do Amarante.

Widmer (2001) não observou comprometimento da coloração dos frutos em cultivares de macieiras cobertas com telas que apresentam bom desenvolvimento de cor vermelha na casca, em condições climáticas (clima frio) e de manejo dos pomares (árvores de pequeno porte, com copa aberta e boa frutificação) adequados ao cultivo de maçãs. Todavia, na cultivar Jonagold, que apresenta pouco acúmulo de antocianina na casca, a tela de cor preta reduziu significativamente a cor vermelha dos frutos.

Tabela 3. Cor dos frutos (valores médios $\pm$ erro padrão da média) em macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, descobertas (controle) ou cobertas com telas antigranizo nas cores branca e preta, em Vacaria, RS, safras de 2003–2004 a 2005–2006.

Tratamento	Cor vermelha (%)	h° do lado sombreado	h° do lado exposto à luz
‘Royal Gala’			
Controle	72,7 $\pm$ 3,4a	97,7 $\pm$ 0,8c	36,5 $\pm$ 0,8b
Tela branca	69,1 $\pm$ 1,9a	100,2 $\pm$ 0,7b	38,1 $\pm$ 0,7b
Tela preta	57,4 $\pm$ 2,9b	102,8 $\pm$ 0,6a	48,5 $\pm$ 1,5a
‘Fuji’			
Controle	55,7 $\pm$ 3,5ab	101,0 $\pm$ 0,4b	50,6 $\pm$ 0,9b
Tela branca	61,4 $\pm$ 2,1a	100,9 $\pm$ 0,3b	50,1 $\pm$ 0,8b
Tela preta	47,9 $\pm$ 2,9b	103,2 $\pm$ 0,4a	58,6 $\pm$ 1,2a

h° – ângulo hue.

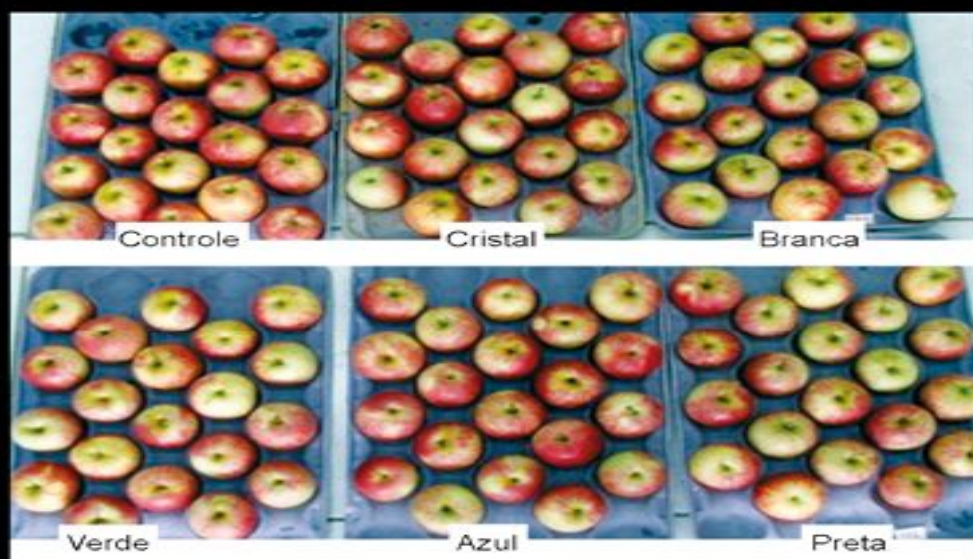
Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Plantas cobertas com tela cristal (translúcida) apresentam menor comprometimento na coloração dos frutos em relação às áreas descobertas. Em macieiras ‘Imperial Gala’, cobertas com tela cristal, houve menor comprometimento no desenvolvimento da cor vermelha, especialmente no lado menos exposto à luz (lado menos vermelho), em relação às plantas sem cobertura de tela. No entanto, plantas cobertas com telas nas cores branca, verde, azul e preta, houve maior comprometimento da coloração vermelha dos frutos, especialmente com tela preta (Figura 8).

A tela cristal causa menor redução no suprimento de radiação às plantas comparativamente às outras cores de telas (BLANKE, 2007); e a energia luminosa total que penetra no interior do dossel,

parte é absorvida e outra parte é refletida. A energia que é refletida, sob forma de onda longa, não é dissipada para atmosfera, devido à presença da tela sobre o dossel das plantas. Logo, haverá um aumento na radiação difusa no interior das fileiras de plantas, que pode promover uma maior biossíntese de antocianinas e uma maior coloração vermelha aos frutos (BLANKE, 2007).

Vista superior



Lado menos vermelho



Lado mais vermelho



Figura 8. Vista superior e dos lados de maior (mais vermelho) e menor (menos vermelho) exposição à luz, em frutos de macieiras ‘Imperial Gala’, não cobertas (controle) e cobertas com telas antigranizo cristal (incolor), branca, verde, azul e preta, em Urupema, SC, 2005.

Fotos: Cassandro Vidal Talamini do Amarante.

Os resultados mostram que, em pomares com clones e mutações de maçãs no grupo ‘Gala’ com maior coloração vermelha do fruto, como é o caso de ‘Imperial Gala’, ‘Regal Gala’, ‘Red Gala’, ‘Lisgala’, ‘Maxi Gala’ e ‘Galaxy’, o emprego de tela antigranizo pode resultar em menor comprometimento da qualidade visual do fruto. O mesmo comportamento pode ser esperado para clones e mutações de maçãs no grupo ‘Fuji’ com maior superfície colorida, como é o caso de ‘Fuji Suprema’ e ‘Fuji Kiku’.

A utilização de clones de maçãs com maior superfície colorida, associada à utilização de porta-enxerto anão (ou ‘Marubakaido’ com filtro de M.9, para reduzir vigor), com sistema de manejo e condução visando permitir maior penetração de luz no dossel das plantas, especialmente no que diz respeito a podas, pode tornar o emprego de tela antigranizo uma alternativa viável e de baixo impacto no comprometimento da coloração vermelha dos frutos, especialmente em regiões de maior altitude (clima frio).

O sombreamento ocasionado pelas telas reduz o desenvolvimento de cor vermelha, ao mesmo tempo em que retardam a degradação de clorofilas nos frutos, preservando a cor de fundo verde intensa. Frutos de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, cobertas com tela antigranizo, especialmente na cor preta, apresentaram maior valor de ângulo hue (h°) na epiderme do lado

menos exposto à luz (que representa a cor de fundo do fruto), indicando assim uma coloração verde mais intensa, como resultado da menor degradação de clorofila (Tabela 3) (AMARANTE et al., 2007, 2009). Isso pode causar problemas na identificação dos frutos a serem colhidos na maturação comercial, haja visto que as cores de fundo (menos verde) e a superfície vermelha (mais intensa) são normalmente utilizados pelos funcionários de campo para esse fim.

O fruto de planta coberta com tela antigranizo pode estar no estágio de maturação adequado para a colheita, porém não ser colhido, por não apresentar a coloração correspondente a uma planta não coberta com tela. Em razão disso, o fruto de planta coberta com tela antigranizo será colhido em estágio mais avançado de maturação (com menor firmeza de polpa; Tabela 1), podendo assim reduzir a sua conservação pós-colheita.

Firmeza de polpa

A firmeza da polpa é um dos aspectos indicadores de qualidade no fruto, e está relacionada com potencial de armazenamento refrigerado.

A utilização de telas antigranizo pode reduzir a firmeza de polpa dos frutos em relação aos frutos de plantas descobertas. Dados médios de três safras mostraram que em macieiras 'Royal Gala', cobertas com tela preta, houve redução na firmeza de polpa em relação às plantas descobertas, o mesmo não ocorrendo com a utilização de tela branca (Tabela 1). No entanto, macieiras 'Fuji', cobertas com tela branca e preta, não apresentaram redução na firmeza de polpa em relação às plantas descobertas (Tabela 1).

Esses resultados mostram que o efeito de redução na firmeza de polpa dos frutos pela utilização de telas antigranizo dependem da cultivar de macieira. Yuri et al. (1996, 2000) também relataram que a firmeza de polpa dos frutos tende a ser menor em macieiras cultivadas sob telas, sendo esse efeito maior com o emprego de telas que ocasionam maior sombreamento (telas pretas e com menor abertura de malha).

Segundo Campbell e Marini (1992), essa redução na firmeza de polpa pode ser atribuída à má formação da parede celular e devido ao maior influxo de água para as células que formam a polpa, em decorrência da baixa incidência de radiação luminosa no interior do dossel das plantas. Esses mesmos autores constataram que os efeitos dos níveis de 15% a 55% de sombreamento sobre a redução na firmeza de polpa foi diferenciado em função da cultivar. Já Leite et al. (2002), em trabalho realizado durante cinco anos, não observaram efeito do sombreamento ocasionado por telas antigranizo sobre a firmeza de polpa em maçãs 'Fuji' e 'Gala'.

Os resultados reportados por diversos autores mostram que a firmeza de polpa pode ser reduzida pela utilização de telas antigranizo, porém esse efeito depende do nível de sombreamento (cor e abertura de malha da tela), cultivar, sistema de manejo das plantas, safra agrícola e condições edafoclimáticas do local.

Sólidos solúveis

A localização dos frutos nas plantas e a orientação do pomar podem influenciar no teor de sólidos solúveis (SS; °Brix) de maçãs. Em ambientes descobertos, os frutos localizados no lado exposto à

maior radiação solar, e os que estão na posição superior das plantas, tendem apresentar maior teor de SS (HEINICKE, 1966; ROBINSON et al., 1983; SEELEY et al., 1980; YURI et al., 1996). No entanto, os frutos submetidos a ambientes sombreados (sob cobertura de tela) podem apresentar redução no teor de SS (HEINICKE, 1966; ROBINSON et al., 1983; SEELEY et al., 1980; YURI et al., 1996).

A utilização de telas antigranizo sobre o dossel das plantas pode comprometer a fotossíntese, reduzindo assim o acúmulo de carboidratos nos frutos. Em macieiras 'Cox's Orange Pippin' (sobre porta-enxerto M.9) sob telado com severa redução na radiação (cerca de 40%), houve redução nos teores de SS, amido, glucose, frutose, sacarose, sorbitol e de carboidratos totais não estruturais nos frutos (CHEN et al., 1997, 1998). Na cultivar Delicious (sobre porta-enxerto M.9), a utilização de tela capaz de reduzir a radiação em 10% a 20% também reduziu os teores de SS nos frutos (DOUD; FERREE, 1980).

Em macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji', a utilização de tela antigranizo branca não afetou o teor de SS e o índice de iodo-amido dos frutos na colheita (Tabela 1). Porém, a utilização de tela preta reduziu teor de SS e aumentou o índice de iodo-amido (menor reação de cor do amido com o iodo) em 'Royal Gala', mas não em 'Fuji' (Tabela 1). Esses dados mostram que o maior sombreamento ocasionado pela tela preta reduz os teores de carboidratos nos frutos (açúcares solúveis e amido) apenas em maçãs 'Royal Gala', possivelmente refletindo o maior comprometimento da fotossíntese foliar e da capacidade de alocação de fotoassimilados nos frutos dessa cultivar. Como maçãs 'Fuji' são colhidas cerca de um mês depois de

‘Royal Gala’, o maior período de suprimento de fotoassimilados aos frutos de ‘Fuji’ parece compensar a redução na fotossíntese foliar ocasionada pelo sombreamento da tela.

Queimadura de sol

As altas temperaturas e intensa radiação solar são as principais causas de queimaduras de sol em maçãs (YURI et al., 1996). O dano causado pela queimadura de sol pode ser confinado apenas na casca, ou afetar o tecido cortical, em várias profundidades. O tecido injuriado é pardacento, normalmente muito firme e de paladar amargo, em consequência dos altos níveis de fenóis (IUCHI et al., 2001).

A utilização de telas antigranizo é a melhor alternativa para a redução da queimadura de sol em maçãs. No Chile e na Europa, as telas antigranizo mostraram-se eficientes para reduzir os danos pela queimadura de sol (ANDREWS; JOHNSON, 1996; YURI et al., 1996).

Amarante et al. (2009), em trabalho realizado durante três safras, com maçãs ‘Fuji’, observaram menor incidência de queimadura de sol em frutos de plantas cobertas com telas antigranizo preta (6,9%) e branca (9,2%) em comparação às plantas descobertas (13,7%). Em maçãs ‘Royal Gala’ também foi observada menor incidência de queimadura de sol nos frutos de plantas cobertas com telas antigranizo preta (1,56%) e branca (2,89%) do que em plantas descobertas (5,56%) (AMARANTE et al., 2007). Os frutos sob tela preta apresentaram menor incidência de queimadura de sol, em

relação aos frutos sob tela branca, em virtude de a tela preta promover uma maior redução na radiação solar (Figuras 3 e 4).

Resultados similares foram reportados por diversos autores (LEITE et al., 2002; MIDDLETON; MCWATERS, 2002; STAMPAR et al., 2002; TASSARA; BATTAGLIA, 1992), e mostram que a tela reduz a incidência direta de radiação solar, reduzindo assim a temperatura do fruto e a incidência de queimadura de sol na cultura da macieira. Áreas cobertas com telas preta e cristal (translúcida) podem apresentar redução de até 4 °C e 2,5 °C na temperatura no fruto, respectivamente, em relação a áreas descobertas (IGLESIAS; ALEGRE, 2006).

Composição mineral dos frutos

Em macieiras ‘Golden Delicious’, o sombreamento ocasionado por tela antigranizo preta não afetou o conteúdo de nutrientes em ramos e folhas e ocasionou redução nas relações K/Ca e (K+Mg)/Ca nos frutos (CASIERRA-POSADA; LUDDERS, 2001). Segundo Jackson et al. (1977), macieiras submetidas ao sombreamento de telas apresentaram menor tamanho de frutos, o que resultou em maiores teores de Ca neles, reduzindo assim a incidência de *bitter pit*, de degenerescência da polpa e de doenças pós-colheita. Em macieiras ‘Gala’ e ‘Fuji’, o emprego da tela antigranizo branca aumentou o peso médio dos frutos na colheita, mas ainda assim reduziu a incidência de *bitter pit* durante o armazenamento refrigerado (AMARANTE et al., 2011).

Influência das telas antigranizo sobre a ação de insetos no interior do pomar

Abelhas

A utilização de telas antigranizo, para a proteção de plantas, pode comprometer o processo de polinização entomófila das macieiras, e, portanto, interferir na frutificação efetiva e no rendimento de frutos (LEITE et al., 2002; YURI, 2003). Quanto à influência da tela sobre a atividade das abelhas na polinização, observa-se ligeira redução no número de abelhas planta⁻¹ minuto⁻¹ nas plantas sob tela, levando a crer que a presença da tela possa ser um empecilho à atividade das abelhas, comprometendo desse modo a polinização (LEITE et al., 2002; YURI, 2003). Entretanto, em macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji', a tela parece não ter interferido na atividade polinizadora das abelhas, já que o número de sementes por fruto não diferiu entre plantas cobertas com telas e plantas descobertas (AMARANTE et al., 2007, 2009).

Para assegurar uma adequada polinização e frutificação efetiva nas macieiras cobertas com tela antigranizo, convém introduzir as abelhas no início da floração (3% a 5% de flores abertas). Porém, se as colmeias forem colocadas antes desse período, as abelhas vão buscar fontes alternativas de pólen e néctar fora da área coberta com telas antigranizo, não atingindo o objetivo requerido. Além disso, é importante manter um adequado espaçamento entre a copa das árvores e a tela antigranizo, para assegurar o voo das abelhas, ou seja, evitando uma obstrução e uma desigual distribuição das abelhas no interior do pomar.

Insetos-praga

A utilização de tela antigranizo pode reduzir a incidência de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) em relação às áreas descobertas (SEVERAC; ROMET, 2008; TASIN et al., 2008). As telas antigranizo podem reduzir em pelo menos 1 °C a temperatura do ar no interior do dossel das plantas, não conferindo nenhum efeito sobre o desenvolvimento de lagartas desse inseto (KÜHRT et al., 2006a). Em plantas cobertas com telas antigranizo, porém, os adultos tendem a aparecer até cinco dias depois, em relação às áreas descobertas (KÜHRT et al., 2006b). As telas representam uma barreira física para a entrada das mariposas no interior do pomar (GRAF et al., 1999; ORTS et al., 2002; SZITH, 1975) e interferem no vôo das mariposas macho no pomar, reduzindo o acasalamento (menor percentual de fêmeas acasaladas), (CASTROVILLO; CARDÉ, 1980; GRAF et al., 1999; TASIN et al., 2008) e, assim, os danos aos frutos causados por esse inseto (Figura 9).

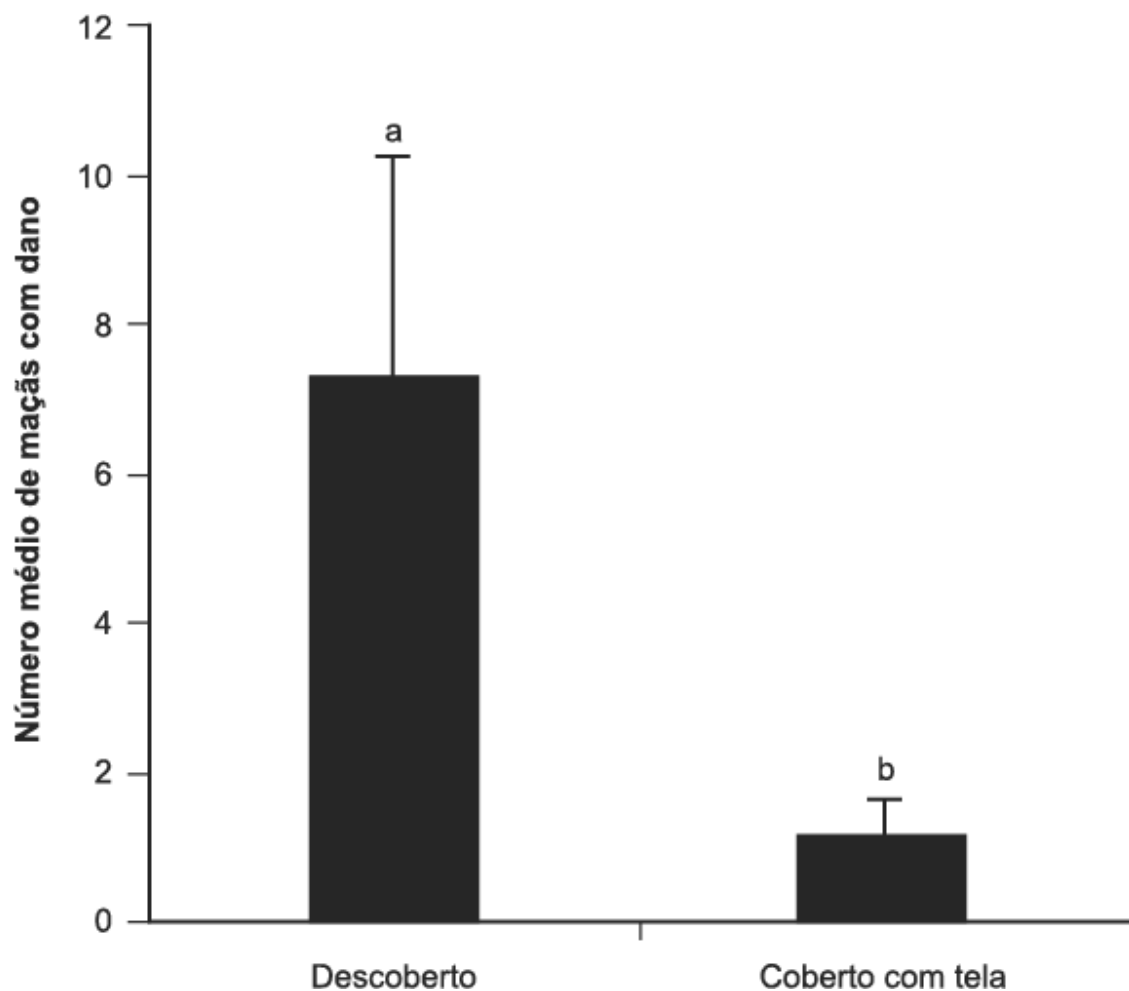


Figura 9. Número médio (+ erro padrão da média) de maçãs (n = 1.000) com dano de *Cydia pomonella*, em macieiras descobertas e cobertas com tela antigranizo de coloração cinza, em Cuneo, Itália, safra 2004–2006.

Fonte: Tasin et al. (2008).

Em pomar de macieiras ‘Gala’, na região de São Joaquim, SC, a cobertura com tela antigranizo branca reduziu a incidência (%) e severidade (perfurações/fruto) de dano ocasionado por mosca-das-frutas, em ano de elevada infestação da praga (Figura 10) (AMARANTE et al., 2011). Portanto, a barreira física imposta pela tela antigranizo pode ter reduzido os danos ocasionados aos frutos pela mosca-das-frutas de forma similar ao observado para *Cydia*

pomonella (TASIN et al., 2008), e representa um exemplo de método integrado de controle de pragas que pode ser utilizado na cultura da macieira.

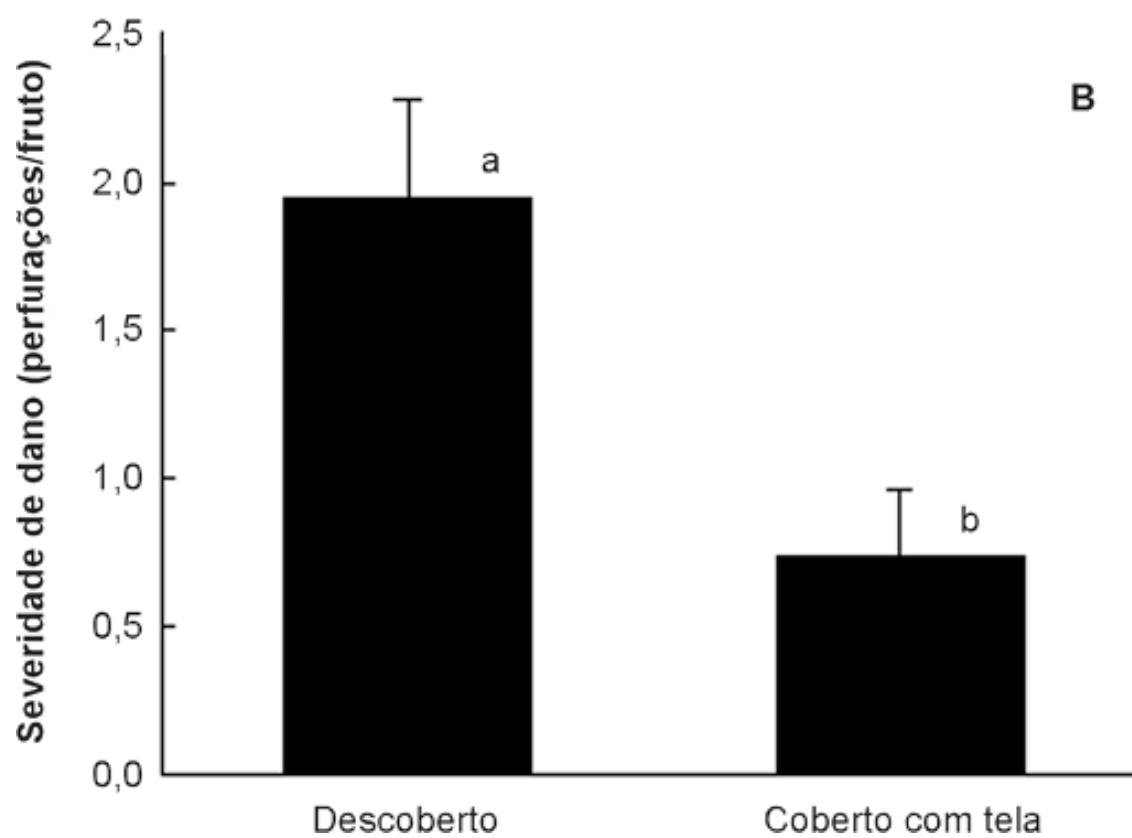
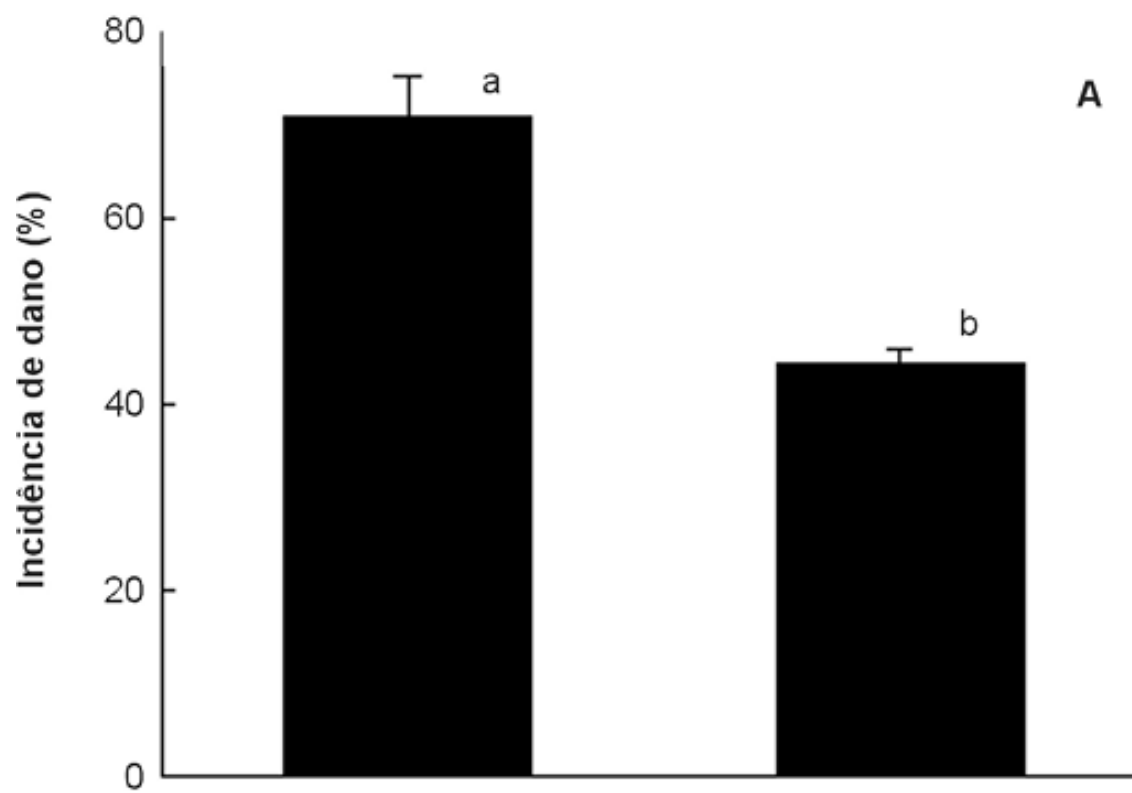


Figura 10. Incidência (A) e severidade (B) de danos ocasionados por mosca-das-frutas em maçãs ‘Gala’, em pomares descobertos e cobertos com tela antigranizo de coloração branca. Valores representam o número médio (+ desvio padrão) dos tratamentos e são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

Fonte: Amarante et al. (2011).

Referências

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

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; MOTA, C. S.; SANTOS, H. P. Radiação, fotossíntese, rendimento e qualidade de frutos em macieiras ‘Royal Gala’ cobertas com telas antigranizo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, p. 925-931, 2007.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; SANTOS, H. P. Disponibilidade de luz em macieiras ‘Fuji’ cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 664-670, 2009.

ANDREWS, P.; JOHNSON, J. Physiology of sunburn development in apples. **Good Fruit Grower**, Washington, DC, v. 35, p. 33-36, 1996.

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

ARAKAWA, O.; SHINODA, M.; HIRAGA, M.; WANG, H. Comparison of anthocyanin synthesis of true-totype 'Tsugaru' apple and its red sport strains. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 74, p. 738-742, 1999.

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

BLISKA JÚNIOR, A.; HONÓRIO, S. L. **Cartilha tecnológica de plasticultura e estufa**. Campinas: Unicamp, 1996. 85 p.

CAMPBELL, R. J.; MARINI, R. P. Light environment and time of harvest affect 'Delicious' apple fruit quality characteristics. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 117, p. 551-557, 1992.

CASIERRA-POSADA, F.; LUDDERS, P. Influence of summer pruning and nitrogen nutrition on mineral content in apple trees under hail protection net. **Erwerbsobstbau**, Rheinbach, v. 43, p. 106-113, 2001.

CASTROVILLO, P. J.; CARDÉ, R. T. Male codling moth (*Laspeyresia pomonella*) orientation to visual cues in the presence of pheromone and sequences of courtship behaviors. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 73, p. 100-105, 1980.

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

Chen, K.; Hu, G. Q.; Lenz, F.; Chen, K.; Hu, G. Q.; Blanke, M. Apple yield and quality as affected by training and shading. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 466, p. 53-58, 1998.

CRÉTÉ, X.; REGNARD, J. L.; FERRE, G.; TRONEL, C. Effects secondaires et conséquences sur la conduite du verger. **L'arboriculture fruitière**, Paris, FR, v. 553, p. 51-55, 2001.

DOUD, D. S.; FERREE, D. C. Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 105, p. 325-328, 1980.

DOWNS, R. J.; SIEGELMAN, H. W.; BUTLER, W. L.; HENDRICKS, S. B. Photoreceptive pigments for anthocyanin synthesis in apple skin. **Nature**, London, GB, v. 205, p. 909-910, 1965.

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

Ebert, G.; Casierra, F. Does a net always reduce the assimilation of apple trees? **Erwerbsobstbau**, Rheinbach, v. 42, p. 12-14, 2000.

FAUST, M. **Physiology of temperate zone fruit trees**. New York: John Willey and Sons, 1989. 388 p.

Garcin, E.; Zavagli, F. Hedgerows, hail-protection nets and anti-drift nozzles in fruit orchards: options for containing pesticide drift? **Infos-Ctifl**, Paris, FR, v. 224, p. 18-23, 2006.

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

p. 206-212, 1990.

GRAF, B.; HÖPLI, H.; RAUSCHER, S.; HÖHN, H. Hail nets influence the migratory behaviour of codling moth and leaf roller. **Obst- und Weinbau**, Zurich, v. 135, p. 289-292, 1999.

HEINICKE, D. R. Characteristics of 'McIntosh' and 'Red Delicious' apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 89, p. 10-13, 1966.

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

IUCHI, L. V.; NAVA, G.; IUCHI, T. **Distúrbios fisiológicos e desequilíbrios nutricionais em macieira**. Florianópolis: Epagri, 2001. 74 p.

JACKSON, J. E.; PALMER, J. W.; PERRING, M. A.; SHARPLES, R. O. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees: III. Effects on fruit growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 52, p. 267-282, 1977.

KÜHRT, U.; SAMIETZ, J.; DORN, S. Effect of plant architecture and hail nets on temperature of codling moth habitats in apple orchards. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 118, p. 245-259, 2006c.

Kührt, U.; Samietz, J.; Dorn, S. Thermal response in adult codling moth. **Physiological Entomology**, Oxford, v. 31, p. 80-88, 2006a.

KÜHRT, U.; SAMIETZ, J.; HÖHN, H.; DORN, S. Modelling the phenology of codling moth: influence of habitat and thermoregulation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, NL, v. 117, p. 29-38, 2006b.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer-Verlag, 1998. 540 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, p. 714-716, 2002.

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.

MARTINEZ, J. F.; MILLAN, M.; GARCIA, N.; LOPEZ, F. V.; DELGADO, A.; GARCIA, R.; RODRIGUEZ, J. A. L.; REYES, E.; MARTIN, J. A. R.; GOMEZ, A. C. Compositional heterogeneity of hailstones: atmospheric conditions and possible environmental implications. **Ambio**, Stockholm, SE, v. 30, p. 452-454, 2001.

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

ORTS, R.; BRANCHEREAU, D.; LAUDE, G. Monitoring flight of the codling moth by trapping: the effects of anti-hail nets and mating disruption. **Infos-Ctifl**, Paris, FR, v. 180, p. 31-35, 2002.

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

ROBINSON, T. L.; SEELE, Y. E. J.; BARRIT, B. H. Effect of light environment and spur age on 'Delicious' apple fruit size and quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 108, p. 855-861, 1983.

SANSAVINI, S.; CORELLI, L. Canopy efficiency of apple as affected by microclimatic factors and tree structure. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 322, p. 69-77, 1992.

SEELEY, E. J.; MICKE, W. C.; KAMMERECK, R. Delicious apple fruit size and quality as influenced by radiant flux density in the immediate growing environment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 105, p. 645-647, 1980.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, 1998. 131 p.

Severac, G.; Romet, L. Alt' Carpo, a net against codling moth in apples. **L'Informatore Agrario**, Verona, v. 64, p. 43-49, 2008.

Solomakhin, A. 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**, London, GB, v. 87, p. 2625-2637, 2007.

STAMPAR, F.; VEBERIC, R.; ZADRAVEC, P.; HUDINA, M.; USENIK, V.; SOLAR, A.; OSTERC, G. Yield and fruit quality of apples cv.

Jonagold under hail protection nets. **Gartenbauwissenschaft**, Munique, v. 67, p. 205-210, 2002.

SZITH, R. Some consequences of the effect of anti-hail protective nets on the occurrence of apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.) and on the flight of codling moth (*Laspeyresia pomonella* L.). **Pflanzenarzt**, Vienna, v. 28, p. 84-88, 1975.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3rd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690 p.

Tanny, J.; Cohen, S.; Grava, A.; Naor, A.; Lukyanov, V. The effect of shading screens on microclimate of apple orchards. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 807, p. 103-108, 2009.

Tasin, M.; Demaria, D.; Ryne, C.; Cesano, A.; Galliano, A.; Anfora, G.; Ioriatti, C.; Alma, A. Effect of anti-hail nets on *Cydia pomonella* behavior in apple orchards. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 129, p. 32-36, 2008.

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

WARNIER, O. The influence of an anti-hail net on the quality of fruits and their production. **Fruit Belge**, Berloz, v. 72, p. 86-93, 2004.

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

YURI, H. M. **Gestão de risco de granizo pelo seguro e outras alternativas**: estudo de caso em pomares de maçã de Santa

Catarina. 2003. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

YURI, J. A.; TORRES, C.; VÁSQUEZ, J. Golpe de sol en manzanas: I. Evaluación del daño y métodos de control. **AgroCiencia**, Chapingo, v. 16, p. 13-21, 2000.

YURI, J. A.; VÁSQUEZ, J.; TORRES, C.; VÁSQUEZ, J. L. Golpe de sol: la experiencia chilena. In: COLOQUIO en pomaceas. Talca: Universidad de Talca, 1996. p. 75-101.

Capítulo 4

Cultivo de mamoeiro em ambiente protegido

Carlos Ruggiero

Víctor Galán Saúco

Luiz Aurélio Peres Martelleto

Luiz de Souza Corrêa

Aparecida Conceição Boliani

Maria Cristina Rodríguez Pastor

Introdução

O centro de origem do mamoeiro (*Carica papaya* L.), segundo vários pesquisadores (ANDRADE, 1980; MARIN, 2001; NAKASONE, 1980), remonta ao Sul do México. No Brasil, sua introdução ocorreu somente após o descobrimento, sendo esse fato relatado por várias publicações. Dentre o marcos econômicos da cultura no Brasil, destaca-se que Monte Alto, SP, na década de 1950, foi considerada a capital brasileira do mamão. A produção de mamão desse município chegou a representar 20% da sua economia, saindo diariamente da cidade em média 50 a 60 caminhões transportando a preciosa fruta por 30 horas, passando por dentro de várias cidades, em estradas de terra, até o mercado de São Paulo. O pico de produção registrado ocorreu em 4 de abril de 1964, quando saíram 110 caminhões (RUGGIERO et al., 2010).

A partir daí, as técnicas de cultivo evoluíram em todos os aspectos da cadeia produtiva dessa deliciosa fruta, em que os estudos com o cultivo protegido começam a dar os primeiros passos. O tempo

passava na cidade de Monte Alto, bem como a faina dos que viviam da cultura do mamão continuava a todo vapor, até que, em 1967, registrou-se a primeira referência em Monte Alto, da ocorrência do mosaico-do-mamoeiro, que viria determinar a migração da cultura por diferentes regiões do Brasil.

A cultura nessa migração pelo Brasil, na luta desesperada contra a doença, iria se estabelecer no Pará, passando em seguida para a Bahia, onde a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) realizava, em 1984, um proveitoso encontro para discutir problemas da cultura, com produtores, pesquisadores e professores, em Nova Viçosa, BA. Vale destacar que, na ocasião, vários produtores cortavam o pecíolo de plantas doentes, como um dos métodos de controle do mosaico, mostrando a falta de informação que ainda predominava entre alguns produtores.

Essa evolução culmina com o estabelecimento da cultura nos estados do Espírito Santo e Bahia, os principais produtores, com ótima tecnologia de produção, responsáveis pela posição que o Brasil ocupa atualmente no cenário mundial: o primeiro produtor mundial e o 2º maior exportador de mamão (RUGGIERO et al., 2010).

Nessa abordagem inicial, é importante darmos maiores informações sobre a doença, que determinou a extinção da cultura do Estado de São Paulo. A importância dessa doença reside no fato de que as plantas atacadas não se recuperam, sofrendo drástica redução no porte e na produção, podendo chegar à morte. A transmissão do vírus do mosaico não ocorre pela semente; no campo é transmitida pelos afídeos que perfazem cerca de 20 espécies. No Brasil, as espécies de *Mysus persicae* Sulzer, *Aphis gossypii* Glover, *A. fabas* Scop., *A. coreopsidi* (Thos.), *Aphis* spp., *Dactynotus* sp. e *Toxoptera citrividus* Kirk deram resultados positivos de transmissão

(BARBOSA; PAGUIO, 1982a; COSTA et al., 1969; PAGUIO; BARBOSA, 1979).

Os afídeos (pulgões) se movimentam das cucurbitáceas para plantações sadias de mamoeiro e, posteriormente, dessas para novas plantações. A velocidade de disseminação desse vírus é rápida após o aparecimento de plantas infectadas. Estudos em pomares no Estado de Pernambuco mostraram que, após 7 a 10 meses, 90% das plantas estavam com mosaico (BARBOSA; PAGUIO, 1982b). Em São Paulo, a velocidade foi mais rápida, atingindo 100% das plantas após 5 a 7 meses (REZENDE; COSTA, 1984).

Como controle, Costa et al. (1969) recomendavam as seguintes práticas:

- Implantação do pomar com mudas sadias e tão distantes quanto possível de outras plantações, especialmente se o mosaico já ocorrer nelas.
- Erradicação sistemática e destruição de plantas doentes, tão logo sejam identificadas.
- Evitar o crescimento de cucurbitáceas dentro e nas proximidades do pomar.
- Preservar o pomar livre de ervas daninhas, para evitar o desenvolvimento de afídeos.

Tais práticas devem ser utilizadas por todos os agricultores, para que os resultados sejam satisfatórios. Verifica-se que a simples adoção dessas práticas, com ênfase no *roguing*, ou seja, o corte das plantas nos primeiros sintomas da doença, tem possibilitado o cultivo

nos atuais maiores estados produtores do Brasil, que são o Espírito Santo e a Bahia.

Trabalhos envolvendo o cultivo do mamoeiro em ambiente protegido com tela de propileno (tipo sombrite) têm demonstrado ser possível reduzir a incidência do mosaico. Todavia, sob condições de baixa incidência da luz solar, as plantas apresentam maior crescimento em altura, comparativamente ao cultivo a pleno sol, desaconselhando o uso de cultivares de porte alto. Por outro lado, com a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, esse problema tem sido contornado (RODRÍGUEZ PASTOR, 2002; RODRÍGUEZ PASTOR; GALÁN SAÚCO, 1995; RUGGIERO et al., 2003).

Kimura (1997), empregando essa cultivar sob telado de sombrite (30% de interceptação de luz) e em estufa revestida de polietileno (cobertura) e sombrite (laterais), verificou sua adaptação pelo crescimento vigoroso, além da ausência de sintomas de mosaico, no decorrer do primeiro ano de produção.

Neste capítulo, serão abordados trabalhos que foram realizados em diferentes locais, por vários autores, procurando destacar os principais aspectos dessas contribuições, no sentido de despertar grupos de pesquisas na solução de problemas encontrados para consolidar essa prática de cultivo protegido na cultura do mamoeiro.

Comportamento da cultivar de mamoeiro Baixinho-de-Santa-Amália, em ambiente protegido, na região de Jaboticabal

Participando de um curso nas Ilhas Canárias, ES, promovido pelo pesquisador Galán Saúco (1992), pôde-se observar o excelente desenvolvimento e produtividade da bananeira em ambiente

protegido, chegando a obter 90 t ha^{-1} , contra as praticamente 20 t ha^{-1} , em média, obtidas no Brasil. A partir disso, realizou-se a orientação de alunos na condução de dissertações de mestrado nessa linha de investigação para o cultivo do mamoeiro (KIMURA, 1997; NOGUEIRA FILHO, 1994), cujos resultados estão transcritos na sequência.

O projeto foi conduzido sob telado e sombrite, em área da Universidade Estadual Paulista (Unesp)/Jaboticabal, cujas coordenadas são $21^{\circ}15'22'' \text{ S}$ e $48^{\circ}19'48'' \text{ W}$, onde se procurou avaliar as cultivares Sunrise-Solo e Baixinho-de-Santa-Amália nas seguintes condições: 1) telado: medindo $10 \text{ m} \times 9 \text{ m}$, todo envolto por sombrite (30%), de cor preta, que reduz em 30% a passagem de luz; 2) estufa: ambiente coberto com um filme de polietileno e sombrite (30% na lateral até uma altura de 2 m); e 3) ambiente aberto: considerado como testemunha.

As mudas foram produzidas em ambiente protegido até o plantio definitivo nos respectivos ambientes, colocando-se 2 mudas por cova, no espaçamento de 2 m entre linhas e 1 m entre plantas, com 56 plantas em cada ambiente estudado.

Relatam-se a seguir os resultados que foram obtidos nesse projeto, em Jaboticabal, SP.

Altura das plantas

Nas condições de estufa, a altura média das plantas passou de $0,82 \text{ m}$, aos 97 dias, para $1,88 \text{ m}$ após o 1º ano de plantio. Nesse mesmo período, no telado as plantas variaram de $1,47 \text{ m}$ para $2,23 \text{ m}$; e, no ambiente aberto, de $0,79 \text{ m}$ para $1,83 \text{ m}$.

Outra observação importante é com relação ao pé-direito dos ambientes estudados, de $4,0 \text{ m}$, que obriga a utilização de cultivares de

porte baixo. Com relação aos genótipos estudados, conclui-se que a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália se mostrou adequada para o cultivo nessas condições, mesmo utilizando um espaçamento menor, ou seja, 2,0 m x 1,0 m. Salienta-se, contudo, a necessidade de estudos sobre diferentes alturas que proporcione um bom ambiente para o desenvolvimento das plantas de mamoeiro.

Evidencia-se que o ideal para o cultivo do mamoeiro em ambiente protegido é o plantio de apenas uma planta por cova, sendo que os trabalhos de sexagem prévia devem indicar a muda a ser plantada em função do sexo desejado. Considerando o maior valor comercial, atualmente as plantas hermafroditas são as mais indicadas para esse tipo de cultivo.

Diâmetro do caule

Nessa variável, observou-se a relação entre a medida do diâmetro do caule e o vigor da planta, confirmando os trabalhos de Nakasone (1980) e Ruggiero (1982), entre outros, que preconizam a avaliação do diâmetro do caule como um parâmetro do vigor da planta, observações que devem merecer atenção em novos projetos nessa linha de investigação.

Assim como para a altura, Ruggiero (1982) relata a diferença de diâmetro para a cultivar Sunrise-Solo aos 97 dias, no Havaí (Estação Experimental de Waimanalo) e em Jaboticabal (Unesp), com diâmetros de 5,49 cm e 6,22 cm, respectivamente. Segundo Nogueira Filho (1994), o número de plantas por cova também influencia no vigor da planta, e a relação entre um e outro é inversa.

Observou-se que, aos 97 dias, obtiveram-se diâmetros médios de 33,24 mm, 44,35 mm e 52,13 mm para a estufa, telado e ambiente

aberto, respectivamente, evidenciando claramente a influência do ambiente sobre o vigor de crescimento das plantas. Salienta-se ainda que, após um ano do plantio, não houve diferença significativa entre telado e estufa, enquanto as plantas-testemunha apresentam diâmetros estatisticamente superiores aos tratamentos sob condições protegidas. Para o telado, ao final de um ano após o plantio, as plantas apresentaram diâmetro médio de 111,84 mm, evidenciando um leve favorecimento no vigor das plantas nesse ambiente, comparado às plantas da estufa com 106,29 mm. Entretanto, tiveram o diâmetro médio estatisticamente inferior às plantas do ambiente aberto, com 169,63 mm. Aos 18 meses, os diâmetros médios foram 106,63 mm e 174,41 mm, respectivamente, para estufa e ambiente aberto.

Número e tamanho dos internódios

Nas condições em que o experimento foi realizado, as 10 plantas escolhidas, aleatoriamente, apresentaram aos 18 meses de idade, uma média de 42 internódios da base até a incisão do primeiro fruto, com média de 4 cm entre os eles para as plantas-testemunha (ambiente aberto) e 36 internódios da base até a incisão do primeiro fruto, com média de 4,5 cm entre eles, para as plantas da estufa. Essa pequena diferença observada, tanto em relação ao número como na distância entre os internódios e a incisão do primeiro fruto, demonstra que essa variável foi pouco influenciada pelos diferentes ambientes. A falta de dados na literatura, relativos ao número e distância de internódios com diferentes condições de cultivo, prejudica o estabelecimento de conclusões definitivas sobre essas variáveis.

Com relação ao tamanho dos internódios, observou-se que, aos 12 meses após o plantio, o 8º internódio e o antepenúltimo internódio apresentaram um tamanho médio de 5 cm e 1 cm, respectivamente, em todos os ambientes estudados e não havendo diferenças significativas entre eles. Esses dados demonstram a ausência de fatores que tenham refletido no tamanho dos internódios, excluindo-se, inclusive, possível efeito de estiolamento, mesmo em ambiente com maior competição entre as plantas (estufa e telado). Salienta-se, no entanto, que já foi observada na literatura uma relação entre o aumento do número de plantas de mamoeiro por cova e o estiolamento (NOGUEIRA FILHO, 1994), o que demonstra que nos ambientes avaliados nesse projeto e com os genótipos testados não ocorreram limitações que possam se refletir nessas variáveis de crescimento.

Nota: *é importante que a seleção de plantas com menor comprimento entre os internódios deva fazer parte de projetos de melhoramento com o mamoeiro, principalmente para dinamizar a prática do cultivo protegido, com essa importante fruteira.*

Tamanho do pecíolo e raio do limbo

Em relação ao tamanho médio do pecíolo e raio do limbo, observou-se que suas dimensões foram, respectivamente, de 92 cm e 57 cm, para o caso das plantas mantidas em estufa, e 93 cm e 72 cm para aquelas mantidas sob condições de ambiente aberto, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos. Esses resultados demonstram que, nesse aspecto, não houve prejuízos no desenvolvimento vegetativo das plantas nas condições testadas. Contudo, em variações de número de plantas por cova, Nogueira

Filho (1994) constatou que a maior densidade de plantio determina menores comprimentos do pecíolo e raio do limbo e, conseqüentemente, menor desenvolvimento foliar, além do menor desenvolvimento foliar em cultivos de estufa comparado a cultivos de telado.

Nakasone (1978, 1980) afirma que o comprimento do pecíolo de folhas de mamoeiros maduros varia de 46 cm a 70 cm, e que a seleção de plantas com pecíolo mais curto tornaria possível um aumento de plantas por hectare, o que é desejável em plantios de ambiente protegido.

Início e altura de floração

A identificação do sexo das plantas para o desbaste é feita no início da floração, que ocorre de 3 a 4 meses após o plantio definitivo (ANDREANI JÚNIOR, 1995; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 1995). Nas condições do experimento, os primeiros botões florais apareceram quando as plantas apresentavam 73 dias após o plantio. Cerca de 10 dias após, todas as plantas já apresentavam o botão floral, e aguardaram-se mais 10 dias para a definição completa da planta a ser mantida no experimento, por consequência da sexagem.

Com relação à altura do florescimento, salienta-se que a altura média nos 3 ambientes estudados, foi de 54 cm, 50 cm e 57 cm, respectivamente, para a estufa, telado e ambiente aberto, sem diferenças estatísticas. Como observado em outras variáveis de crescimento, esse resultado demonstra a ausência de influência dos ambientes no período avaliado. Do ponto de vista fitotécnico, esse comportamento é positivo, indicando que a praticidade demonstrada pela altura de florescimento não foi alterada.

A manutenção da altura de florescimento é uma característica desejável, como já enfatizado por Nakasone (1978, 1980), e pode ser influenciada pelo ambiente, principalmente em condições de maior competição entre plantas. Nogueira Filho (1994), trabalhando com a cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12, observou alturas de florescimento superiores a 100 cm, e que houve uma relação direta entre o número de plantas por cova e a altura inicial de florescimento, refletida pelo estiolamento das plantas. Esse resultado enfatiza claramente o comportamento das plantas em competição, considerando que, em áreas comerciais do Espírito Santo, as alturas iniciais são inferiores a 60 cm para a cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12 (MARIN, 2001; MARIN et al., 2003).

Produção estimada

Segundo Marin et al. (2003), para a seleção de uma planta-matriz, além de todos os outros critérios de seleção, a planta deve apresentar capacidade de produção superior a 80 frutos perfeitos. Nas condições do experimento (Tabela 1), as plantas hermafroditas apresentaram, em média, 98 frutos aos 12 meses de idade, com peso médio variando de 290 g a 540 g, não havendo diferença quanto ao número de frutos produzidos pelas plantas hermafroditas nos três ambientes. Entretanto, no ambiente definido como estufa, o início da produção ocorreu mais tarde do que nos outros dois ambientes.

Tabela 1. Massa média e total de frutos nos três ambientes estudados (telado, estufa e ambiente aberto), durante os meses de junho de 1996 a abril de 1997.

Mês	Ambiente de cultivo					
	Telado		Estufa		Natural	
	Massa média (g)	Total de frutos (kg) ⁽¹⁾	Massa média (g)	Total de frutos (kg)	Massa média (g)	Total de frutos (kg)
Junho	285,0	15,1	320,1	1,28	386,1	10,6
Julho	275,1	38,61	303,3	29,4	453,2	11,3
Agosto	235,3	43,18	284,2	42,6	406,7	30,9
Setembro	238,8	16,0	302,3	47,2	365,9	38,91
Outubro	288,7	14,3	318,6	46,0	391,3	81,39
Novembro	-	-	376,7	38,4	-	-
Dezembro	-	-	190,2	7,6	-	-
Março	-	-	280,2	10,9	-	-
Abril	-	-	314,1	10,1	-	-

⁽¹⁾ Peso total em kg refere-se ao peso de 30 frutos, em ponto comercial, que foram colhidos nos diferentes meses. Portanto, a produção global por planta é superior a esses valores. Esses dados evidenciam a necessidade de seleção de plantas hermafroditas, precocemente, para possibilitar o plantio de apenas uma planta por cova em ambientes protegidos. Os meses de janeiro e fevereiro não foram avaliados.

As plantas femininas produziram, em sua maioria, um grande número de frutos que não vingaram, evidenciando o problema de polinização dentro desse ambiente protegido, o que não ocorreu com as plantas femininas sem proteção. Além disso, os resultados obtidos mostram a superioridade da produção de frutos no ambiente aberto, com média de 132 frutos planta⁻¹, contra os 81,5 frutos planta⁻¹ e 69,6 frutos planta⁻¹, respectivamente, para telado e estufa, vindo a

confirmar a dificuldade da polinização dentro dos ambientes protegidos, principalmente com as plantas femininas.

Frutos carpeloides

Frutos carpeloides ocorrem em razão de fatores genéticos, associados a temperaturas e umidade relativa baixas (RUGGIERO, 1995). Para a seleção de uma planta-matriz, Marin et al. (1989) salientam que a ocorrência máxima de flores carpeloides na planta não deve ser superior a 10%. No estudo exposto, as plantas apresentaram, em média, 7,7% de carpeloidia no telado, 9,2% na estufa e 10,7% no ambiente aberto. Nesse último caso, porém, a proporção de plantas fêmeas foi menor que nos outros dois casos, indicando maior suscetibilidade de flores hermafroditas à carpeloidia.

Fêmea/Esterilidade

A fêmea/esterilidade é um fator genético, associado a temperaturas altas, baixa umidade relativa e períodos de seca, em que ocorre a atrofia da parte feminina da flor. No presente estudo, a maior taxa de fêmea/esterilidade ocorreu na estufa, com 3,6%, enquanto nos demais ambientes os percentuais detectados foram de 2,7% e 1,8%, respectivamente para telado e ambiente aberto.

Qualidade dos frutos

Massa – Os frutos originários de plantas femininas apresentaram 2 extremos, sendo sempre os mais pesados, com cerca de 850 g, ou os mais leves, com 65 g. Já os frutos hermafroditas foram mais

uniformes, pesando em média 400 g. Em relação ao efeito dos tratamentos no peso médio dos frutos, constatou-se diferença significativa entre eles, verificando-se que os frutos obtidos sob ambiente aberto foram estatisticamente mais pesados do que aqueles produzidos em telado e sob estufa, os quais não se diferenciaram (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de três ambientes (telado, estufa e aberto) na massa média dos frutos (g) de mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália', em Jaboticabal, 1997.

Ambiente de cultivo	Massa média dos frutos (g)
Ambiente aberto	387,28a
Estufa	297,55b
Telado	281,79b
Média geral	322,21
Desvio padrão	45,49

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($p = 0,01$), pelo teste de Tukey.

Rendimento – Essa variável foi expressa em porcentagem de polpa, caroço e casca, obtida através da relação entre o peso de cada uma dessas partes do fruto, em função do peso total do fruto. Os frutos chamados verdes, dos ambientes protegidos, que não se diferenciaram significativamente, apresentaram em média 9,85% de casca, 12,21% de sementes e 77,94% de polpa. Em contrapartida, os frutos verdes do ambiente aberto apresentaram as seguintes proporções: 11,46% de casca, 21,14% de sementes e 67,40% de polpa.

Índice de formato – Determinado pela relação entre a medida do diâmetro transversal e do diâmetro longitudinal do fruto (comprimento/largura). Em média, os frutos hermafroditas apresentaram uma relação 1,5 e os frutos femininos uma relação 1,2. Salienta-se que os diferentes ambientes não exerceram efeito significativo sobre esse índice de formato.

Resistência da polpa e resistência do fruto – Foram efetuadas cinco leituras para cada tipo de fruto (verde comercial, com 2 pintas amareladas e maduro, todo amarelo) e ambiente, através do uso de um penetrômetro (Tabela 3). Em todos os contrastes de frutos e ambientes não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 3. Resistência, em kg cm^{-2} , da polpa e do fruto do mamoeiro da cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, produzido sob condições de estufa e sob ambiente aberto, em Jaboticabal, 1997.

Parte avaliada	Resistência da polpa e do fruto (kg cm^{-2})			
	Fruto verde		Fruto maduro	
	Estufa	Externo ⁽¹⁾	Estufa	Externo ⁽¹⁾
Polpa	22,84	23,04	3,22	3,54
Fruto (com casca)	27,61	30,24	10,58	11,74

⁽¹⁾ Ambiente aberto.

Eficiência das proteções no controle de incidência do mosaico

No ambiente aberto apareceram os primeiros sintomas da doença, quando as plantas estavam com cinco meses de plantio. Ao final de

18 meses, apenas uma planta não apresentou o sintoma do mosaico do mamoeiro. Em contrapartida, nas plantas do telado, durante os doze primeiros meses de ciclo, não foram observados sintomas do mosaico, e, sim, problemas com outras pragas e doenças. Em fevereiro de 1997, o plástico da cobertura da estufa foi rompido devido a uma forte ventania, e acredita-se que o tempo descoberto foi suficiente para a instalação da doença dentro do ambiente.

Dessa forma, pôde-se constatar que o telado tanto quanto a estufa foram eficientes em proteger a cultura do transmissor do mosaico-do-mamoeiro (pulgão), visto que as plantas do ambiente aberto, utilizadas como testemunhas, tornaram-se quase que totalmente infectadas.

Os materiais utilizados (sombrite e plástico), embora aparentemente não tenham eficiência mecânica total para excluir o pulgão, fornecem uma espécie de camuflagem através da qual o pulgão não consegue perceber os mamoeiros, ou seja, alteram o comprimento de onda luminosa que é refletida.

Considerações gerais dos trabalhos desenvolvidos em Jaboticabal

- A cultivar Baixinho-de-Santa-Amália é adequada com relação à altura, por possibilitar o cultivo em condições protegidas. Entretanto, a qualidade do fruto, pelas análises realizadas, indica a necessidade de melhoramento nessa cultivar.
- Com relação ao mosaico, ambas as proteções utilizadas, telado e estufa, mostraram-se eficientes como barreira para evitar a

contaminação das plantas até, pelo menos, 12 meses após o plantio definitivo.

- Deve-se estudar melhor o ambiente interno das proteções, para viabilizar melhor o cultivo protegido do mamoeiro, enfocando diferentes alturas e estruturas que possibilitem a exaustão do calor.
- Em ambientes protegidos, deve-se ter um cuidado adicional com pragas e doenças que, em condições normais, não causam sérios danos à cultura, como, por exemplo, a cigarrinha (*Empoasca* sp.).
- Em ambiente protegido, há severa dificuldade para a polinização, principalmente na planta feminina, cujos frutos ficam com tamanho reduzido e com menor valor comercial, indicando a necessidade de condução de estudos para possibilitar o plantio de apenas uma planta por cova, de preferência as hermafroditas.
- Em condições de telado, a produção foi mais precoce comparada às outras duas condições de ambientes, apresentando-se como um ambiente mais favorável ao desenvolvimento do mamoeiro.

Trabalhos de cultivo protegido de mamoeiro desenvolvidos na Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Ilha Solteira

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda de Ensino e Pesquisa, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Ilha Solteira, localizada aproximadamente a 20°22' de latitude sul e 51°22'

de longitude oeste de Greenwich, com altitude ao redor de 335 m, no Município de Selvíria, MS. A semeadura nos recipientes ocorreu dentro do telado de polipropileno de malha 2 mm x 1 mm. As plantas foram irrigadas e mantidas após o plantio em três tipos de ambientes: 1) ambiente natural (pleno sol); 2) em telado de polipropileno de cor branca, com malha de 2 mm x 1 mm (redução de 40% da luz); e 3) em telado de polipropileno de cor branca, com malha 2 mm x 2 mm (redução de 30% da luz). Os telados apresentavam 4 m de altura e eram completamente fechados, com um portão para entrada.

As medidas de temperatura e umidade relativa do ar, nos três ambientes, no período de outubro de 2000 a maio de 2001, não apresentaram diferença significativa (FARIA JÚNIOR; CORRÊA, 2002). Quanto à umidade relativa do ar, os valores médios obtidos nos telados foram apenas de 4% a 5% superiores aos verificados em campo aberto, e as médias dos valores máximos, de 3% a 3,5% superiores.

Para verificar os efeitos desses telados sobre a qualidade dos frutos, Canesin et al. (2003b) trabalharam com os mamoeiros 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' (ISS) e 'Baixinho-de-Santa-Amália' (BSA). Nos resultados obtidos, constataram que não houve efeito dos ambientes de cultivo sobre o teor de vitamina C, porcentagem de sólidos solúveis, pH e espessura da polpa dentro de cada cultivar. Com relação à acidez do suco, verificaram que a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, dentro dos telados, produziu frutos com maior acidez, ocorrendo o contrário com a cultivar Improved Sunrise Solo Line 72/12. Salientam os autores que as características de qualidade dos frutos, em qualquer dos ambientes, apresentaram valores considerados adequados.

Corrêa et al. (2000) estudaram o efeito dos telados com redução de 30% a 40% da luz, em relação ao ambiente natural (pleno sol), sobre o desenvolvimento e a produção dos mamoeiros 'Improved Sunrise Solo Line 72/12'(ISS) e o 'Baixinho-de-Santa-Amália' (BSA). Verificaram que a altura das plantas de ambas as cultivares não diferiu estatisticamente entre os ambientes, sendo que 'BSA' apresentou nos telados altura acima de 3,8 m no 6º mês após o plantio (atingindo quase a altura do teto do telado de 4 m), que foi superior em relação ao ambiente natural (3 m). Isso evidencia que as plantas cobertas apresentaram um crescimento estiolado em relação ao ambiente natural. Tal resultado também se repete no que diz respeito à altura de florescimento.

Canesin et al. (2003a), estudando o desenvolvimento das plantas de mamoeiros 'Baixinho-de-Santa-Amália' e 'Tainung nº 2', cultivados nos telados com redução de 30% a 40% da luz, bem como em ambiente natural (pleno sol), verificaram que a altura de florescimento foi maior nos ambientes telados do que no ambiente natural, dentro de cada cultivar (Tabela 4). Segundo os autores, no 5º mês após o plantio, as plantas da cultivar Tainung nº 2 atingiram o teto dos telados (4 m), sendo necessário o desponte, inviabilizando a cultivar nesse tipo de ambiente. Com relação ao 'Baixinho-de-Santa-Amália', tal fato não ocorreu, sendo que nessa idade as plantas estavam com pouco mais de 1 m de altura.

Tabela 4. Altura média de florescimento das plantas de mamoeiros cultivadas em diferentes ambientes, na região de Selvíria, MS (2000).

Cultivar/Ambiente	Altura média de florescimento (cm)
BSA ⁽¹⁾ /Ambiente natural	62,28b
BSA/-30% de luz	73,96a
BSA/-40% de luz	74,40a
T ⁽²⁾ /Ambiente natural	116,07b
T/-30% de luz	154,54a
T/-40% de luz	160,44a

⁽¹⁾ Baixinho-de-Santa-Amália.

⁽²⁾ Tainung nº 2.

Fonte: Canesin et al. (2003a).

Com relação à produção anual, Corrêa et al. (2000) expõem que o ‘BSA’ diferiu estatisticamente entre os ambientes, sendo maior no telado com redução de 30% da luz (Tabela 5). Para o ‘ISS’, também houve diferença estatística, porém os telados reduziram a produção em relação ao ambiente natural. No mesmo trabalho, os autores constataram que a porcentagem de plantas com mosaico-do-mamoeiro foi de 60% e 65%, respectivamente, para ‘ISS’ e ‘BSA’, tendo esta ocorrido apenas no ambiente natural.

Tabela 5. Produção de frutos de mamoeiros por área ($\text{t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), cultivados em 3 ambientes, na região de Selvíria, MS.

Cultivar	Produção de frutos ($\text{t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)			Média
	Ambiente descoberto (luz natural)	Telado 30% de redução de luz	Telado 40% de redução de luz	
BSA ⁽¹⁾	101,15b	126,22a	97,02b	108,13A
ISS ⁽²⁾	97,48a	58,18b	64,49b	73,38B

⁽¹⁾ Baixinho-de-Santa-Amália.

⁽²⁾ Improved Sunrise Solo Line 72/12.

Fonte: Corrêa et al. (2000).

Apesar das evidências nos resultados do trabalho anterior, Araújo et al. (2006), estudando as cultivares Tainung nº 2 (T) e Baixinho-de-Santa-Amália (BSA) e em iguais ambientes, verificaram que, para a produção por área, por planta, bem como para a produção de frutos comercializáveis e número de frutos por planta, não houve efeito significativo dos ambientes de cultivo, dentro de cada cultivar (Tabela 6). Araújo et al. (2006) acrescentam que, com relação à incidência de virose, constatou-se que ela iniciou aos 4 e 6 meses após o plantio para as cultivares T e BSA, respectivamente, cultivadas em ambiente natural (Tabela 7). Aos 19 meses após o plantio, ambas as cultivares apresentaram 84% de plantas com mosaico-do-mamoeiro. Contudo, nos telados não houve aparecimento de plantas com mosaico.

Tabela 6. Valores médios de produção por área, massa dos frutos, massa de frutos comercializáveis, número de frutos e número de frutos comercializáveis por planta, em diferentes ambientes de cultivo do mamoeiro, na região de Selvíria, MS.

Cultivar/Ambiente	Produção (t ha⁻¹)	Massa de frutos (kg planta⁻¹)	Massa de frutos comercializáveis (kg planta⁻¹)	Nº de frutos por planta
BSA ⁽¹⁾	44,54b	21,20b	19,48b	81,20a
T ⁽²⁾	55,79a	26,56a	22,59a	42,61b
Luz natural	54,94a	26,15a	23,67a	53,72a
-30% de luz	46,13a	21,96a	19,46a	64,66a
-40% de luz	49,42a	23,52a	19,97a	67,34a
BSA/Luz natural	45,19a	21,51a	19,91a	70,76a
BSA/-30% de luz	43,09a	20,51a	18,70a	87,40a
BSA/-40% de luz	45,33a	21,57a	19,84a	85,44a
T/Luz natural	64,70a	30,80a	27,44a	36,68a
T/-30% de luz	49,16a	23,40a	20,22a	41,92a
T/-40% de luz	53,51a	25,47a	20,10a	49,24a

⁽¹⁾ Baixinho-de-Santa-Amália.

⁽²⁾ Tainung nº 2.

Fonte: Araújo et al. (2006).

Tabela 7. Porcentagem de mamoeiros com vírus do mosaico, em função do ambiente de cultivo, 2000–2001, na região de Selvíria, MS.

Cultivar/Ambiente	Plantas com mosaico (%)				
	Meses após o plantio				
	5	6	7	16	19
BSA ⁽¹⁾ /Luz natural	0,00	4,00	4,00	20,00	84,00
BSA/-30% de luz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BSA/-40% de luz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T ⁽²⁾ /Luz natural	4,00	8,00	12,00	12,00	84,00
T/-30% de luz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T/-40% de luz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

⁽¹⁾ Baixinho-de-Santa-Amália.

⁽²⁾ Tainung nº 2.

Fonte: Araújo et al. (2006).

Sabaag et al. (2000), estudando o custo de produção para os mamoeiros ‘ISS’ e ‘BSA’, cultivados nos telados com redução de 30% a 40% da luz, bem como em ambiente natural (pleno sol), verificaram que o maior lucro operacional foi obtido com ‘BSA’ em telado, com redução de 30% da luz.

Com relação a incidência de pragas, Vieira et al. (2004) verificaram que, no período de 1997–1999, com a cultivar BSA, nos telados com malha de 2 mm x 1 mm e 2 mm x 2 mm, houve a ocorrência de duas espécies de mosca-branca, *Trialeurodes* sp. e *Bemisia tabaci* biótipo B. A primeira ocorreu de março a julho de 1998, e a segunda, de outubro a novembro do mesmo ano.

Nos dois casos, houve efeito favorável dos telados no desenvolvimento populacional, principalmente com malha 2 mm x 2

mm, como evidenciado pelo número de plantas com a presença do inseto. No caso de *Trialeurodes* sp., embora sem diferença significativa entre os telados e o ambiente externo (exceto na avaliação de 23/3), cabe ressaltar que a quantidade de indivíduos presentes no ambiente externo foi sempre visivelmente muito inferior, e, para a amostragem, planta com pelo menos um adulto foi considerada infestada. O número médio de ninfas registrado em 23/3 pode demonstrar essa diferença de infestação. Para *B. tabaci* biótipo B, houve diferença significativa entre os telados, principalmente com malha 2 mm x 2 mm, e o ambiente externo.

Considerações gerais dos trabalhos da Unesp, Ilha Solteira

- O cultivo protegido por tela (com malha 2 mm x 1 mm ou 2 mm x 2 mm) permitiu o cultivo dos mamoeiros, dando proteção total contra a incidência de mosaico-do-mamoeiro.
- As telas de polipropileno poderão vir a ser uma opção viável para produção de mamão, especialmente para regiões mais próximas aos grandes centros consumidores.
- Das cultivares estudadas, o ‘Baixinho-de-Santa-Amália’ teve boa produção por área, não tendo alterado sua altura nos telados em relação ao ambiente natural. Tal fato não ocorreu com as cultivares Improved Sunrise Solo e Tainung nº 2, que tiveram estiolamento das plantas dentro dos telados, especialmente a última, pois no 5º mês de idade atingiu o teto do telado (4 m).

- De um modo geral, nos ambientes com tela, houve maior incidência de mosca-branca.
- A temperatura, no período de outubro de 2000 a maio de 2001, não mostrou diferença significativa entre os ambientes estudados (telados e ambiente natural).
- A umidade relativa do ar, no período de outubro de 2000 a maio de 2001, mostrou que os valores médios nos telados foram de 4% a 5% superiores aos verificados em campo aberto (ambiente natural).
- Salienta-se também a necessidade por pesquisas para criar novas possibilidades no cultivo protegido com mamoeiro. Dentre os assuntos, pode-se destacar:
 1. Testar outras cultivares de mamoeiros, cujas plantas apresentam porte médio a baixo.
 2. Estabelecer densidade de plantio adequada para cultivo em ambiente protegido.
 3. Estudar, em ambiente sem vento, a umidade do ar próxima da superfície foliar, e sua relação com pragas (adultos e ovos de ácaros e outros insetos) e doenças.
 4. Estudar lâminas de irrigação.

Trabalhos desenvolvidos na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-RJ) – mamão orgânico em cultivo protegido

Ainda neste capítulo, discorreremos sobre a experiência e alguns dos resultados obtidos após 28 meses de cultivo orgânico do mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália' em diferentes ambientes de cultivo protegido (MARTELLETO et al., 1997).

As experiências foram avaliadas no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (Sipa) (Fazendinha Agroecológica, km 47), situado no Município de Seropédica, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (latitude de 22°45' S, longitude de 43°42' W, altitude aproximada de 33 m). O Sipa é um projeto de cooperação técnica entre a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, a Embrapa Agrobiologia e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (Pesagro-Rio/Estação Experimental de Seropédica), representando uma área de 70 ha exclusivamente dedicada à pesquisa em agricultura orgânica (ALMEIDA et al., 1999). O clima da região é caracterizado por um período chuvoso e quente, que normalmente perdura de outubro a março, e por um período de transição, que vai de abril a setembro. No inverno, as chuvas são esporádicas, tornando o clima ameno e seco (GUERRA, 1993).

Os ambientes protegidos estudados

Construiu-se uma estrutura tipo túnel, com 25 m de comprimento, 8 m de largura, pé-direito de 3 m e cumeeira atingindo 4,5 m, coberta com polietileno de baixa densidade (Pebd) e revestida nas laterais e frente com tela clarite antiafídica (malha de 0,24 mm). Na metade dessa estrutura (Figura 1), utilizou-se tela sombrite (30% de interceptação de luz) sobre o plástico, sendo, dessa forma, estabelecidos dois ambientes de 12,5 m de comprimento por 8 m de largura, aqui denominados de estufa (E) e de estufa sombreada (ES).



Figura 1. Estruturas para cultivo protegido do mamoeiro: estufa sombreada (esquerda) e estufa (direita). Pesagro-Rio/Estação Experimental de Seropédica
Foto: Luiz Aurélio Peres Martellet.

Ao lado da estrutura descrita, montou-se um telado (T) (Figura 2A) de dimensões idênticas (12,5 m x 8,0 m), revestido apenas com sombrite (30% de interceptação de luz) e também com pé-direito de 3,0 m. A área vizinha ficou reservada para cultivo do mamoeiro em ambiente natural (AN) (Figura 2B).



Figura 2. Telado (A) e ambiente natural (B) para o cultivo do mamoeiro. Pesagro-Rio/Estação Experimental de Seropédica.

Fotos: Luiz Aurélio Peres Martelleto.

Os registros das temperaturas e umidade relativa do ar, em cada um dos ambientes, foram realizados diariamente ao longo de um ano

de cultivo. Mediu-se também, em duas ocasiões (inverno e verão), a luz solar fotossinteticamente ativa incidente em cada ambiente de cultivo. Os valores mais altos de temperaturas médias mensais e amplitude térmica foram registrados no interior da estufa (Figura 3), o que coincidiu com os resultados de estudos semelhantes ao presente (FARIAS et al., 1993; GUISELINI, 2002; MILLS et al., 1990). As menores médias de temperatura, em contrapartida, prevaleceram no telado.

Em razão de constituir um parâmetro climático bastante variável e de difícil aferição, considerando as médias mensais, a umidade relativa (UR) não foi um diferencial marcante entre os ambientes de cultivo do mamoeiro (Figura 3).

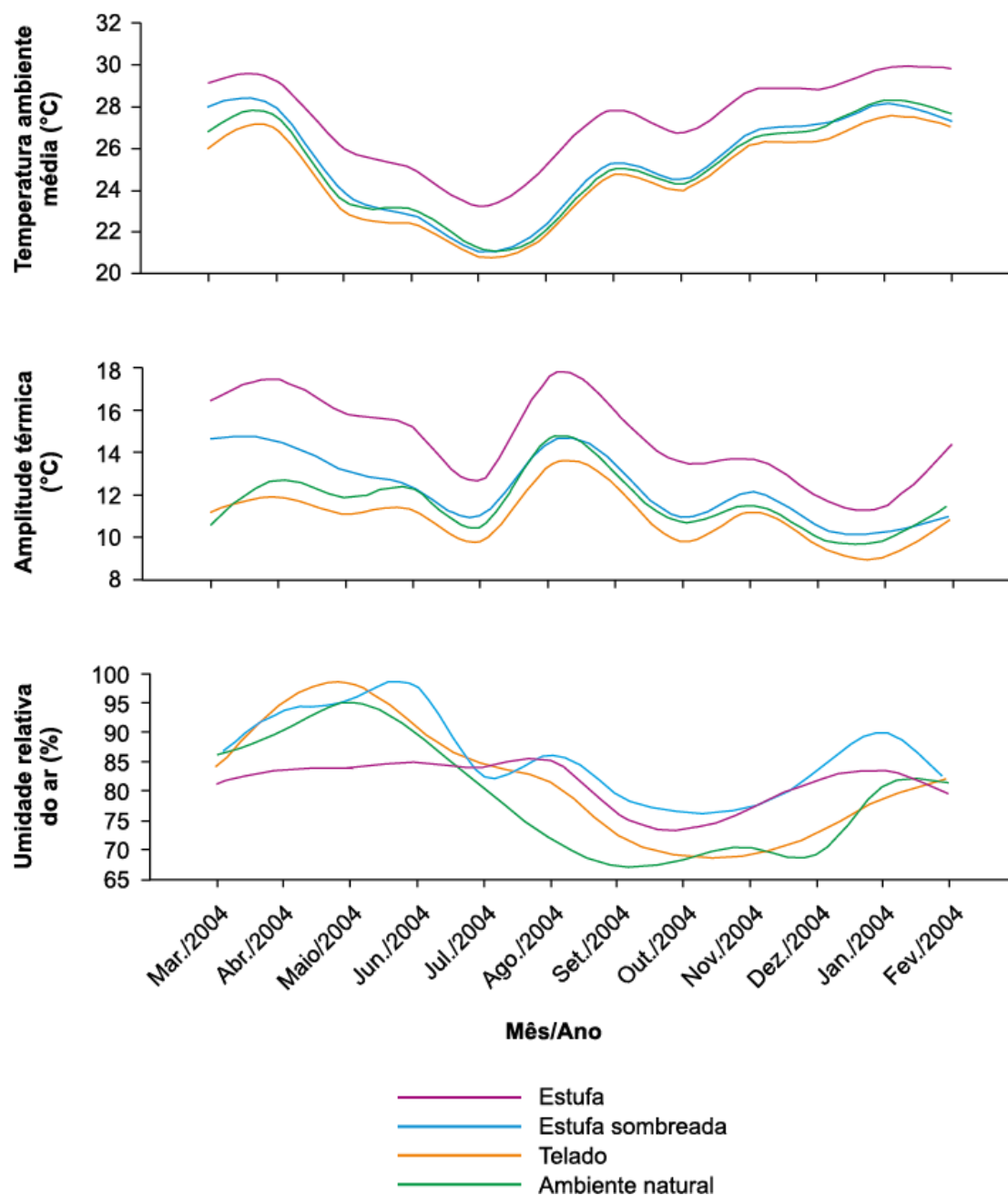


Figura 3. Valores de temperatura ambiente, amplitude térmica e umidade relativa do ar registrados em cada ambiente de cultivo de mamoeiros, ao longo de 12 meses, na região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Em ambas as épocas de medição (inverno e verão), verificou-se que a estufa sombreada permitiu entrada de cerca de $\frac{1}{3}$ da luz fotossinteticamente ativa; por outro lado, a estufa e o telado

admitiram, respectivamente, $\frac{2}{3}$ e $\frac{1}{2}$ da radiação solar nas ocasiões de aferição (Tabela 8).

Tabela 8. Quantidade de luz fotossinteticamente ativa (μmol de fótons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) nos diferentes ambientes de cultivo orgânico do mamoeiro em dia de sol pleno, no inverno (julho de 2004) e no verão (fevereiro de 2005), na região de Seropédica, RJ.

Ambiente de cultivo	Quantidade de luz fotossinteticamente ativa (μmol de fótons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Interceptação média da radiação solar ⁽¹⁾	Quantidade de luz fotossinteticamente ativa (μmol de fótons $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Interceptação média da radiação solar ⁽¹⁾
	Inverno		Verão	
Estufa	1.083,0	32,40% ⁽¹⁾	1.205,0	35,10%
Estufa sombreada	511,5	68,10%	622,0	66,50%
Telado	810,3	49,40%	910,0	51,00%
Ambiente natural	1.602,0	-	1.857,0	-

⁽¹⁾ Relativa ao ambiente natural.

Plantio e condução das plantas

As covas, com 40 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade, foram adubadas com 16 L de esterco bovino curtido, 1 kg de farinha de ossos, 200 g de pó de conchas marinhas e 50 g de sulfato de potássio.

As plantas foram mensalmente adubadas com cama de aviário ($1,5 \text{ L cova}^{-1}$) e bimensalmente com sulfato de potássio (50 g cova^{-1}). Pulverizações quinzenais foram procedidas, alternadamente, com o biofertilizante líquido à base de esterco bovino, água, melaço e sais

minerais (FERNANDES, 2000) e com a calda bordalesa (1%). As ervas espontâneas foram controladas por meio de cobertura morta (palha de grama-batatais) e de roçadas periódicas.

As irrigações foram efetuadas com mangueira plástica, evitando-se qualquer estresse hídrico e também evitando molhar a parte aérea das plantas ao longo da experimentação.

O mamoeiro avaliado foi a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, que pertence ao grupo 'Solo', e é tido como um mutante natural de porte baixo, oriundo, provavelmente, da cultivar Sunrise-Solo.

Controle de pragas e doenças

Desde o transplântio, as plantas foram monitoradas quanto à ocorrência de insetos, ácaros e doenças capazes de ocasionar danos econômicos. As principais pragas e doenças identificadas e os respectivos meios de controle estão abaixo relacionados:

- Ácaro-rajado: em todos os ambientes de cultivo estabelecidos, o ácaro-rajado (*Tetranychus urticae* Koch, 1836 – Acari: Tetranychidae) representou o primeiro problema de ordem fitossanitária detectado, cerca de um mês, a contar do transplântio do mamoeiro (abril/2004). Foram suficientes duas aplicações de calda sulfocálcica (1%) + óleo de sementes de Nim (0,5%), para um controle absoluto da população. No mês de janeiro de 2005, houve ressurgência do ácaro somente na estufa e na estufa sombreada, quando se recorreu à mesma via de controle.

- Mosca-branca: a ocorrência de mosca-branca (*Trialeurodes variabilis* Quaintanca, 1900 – Hemiptera: Aleyrodidae) foi inicialmente detectada em maio de 2004 e apenas na estufa, tendo sido usada a mesma mistura (sulfocálcida + nim) com êxito no seu controle. A partir de dezembro de 2004, esse inseto voltou a ocorrer, mas somente na estufa sombreada, sendo que, nos meses seguintes (janeiro e fevereiro), apareceu também na estufa, repetindo-se a estratégia de controle.
- Cigarrinha-verde: o ataque de cigarrinha-verde (*Solanasca bordia* Langlitz, 1964 – Homoptera: Cicadellidae) foi, entre os problemas fitossanitários, o mais difícil de ser debelado, face à produção em sistema orgânico. A sua ocorrência, causando fitotoxidade, iniciou-se em outubro de 2004, nas plantas cultivadas no telado. Em janeiro de 2005, praguejou também os mamoeiros da estufa e da estufa sombreada. Para controle, efetuaram-se pulverizações de produto à base do fungo antagonista *Metarhizium* spp. (2%), alternadas com calda sulfocálcica + óleo de nim. Além disso, foram instaladas armadilhas luminosas em todos os ambientes de cultivo.
- Varíola: a incidência do fungo *Asperisporium caricae*, agente causal da chamada varíola, ocasionando manchas nas folhas, foi notada desde a época do plantio. Posteriormente, ao iniciar a frutificação, mesmo com a aplicação sistemática de calda bordalesa, essa moléstia passou a acometer, também, os frutos. A conjugação de ambientes cobertos com plástico e aplicação sistemática de calda bordalesa mais leite integral a 10% permitiu produzir frutos com baixa ou presença nula da doença, por mais

que as folhas continuassem atacadas. Os resultados estarão, posteriormente, num item específico.

Sexagem e início da maturidade das plantas

A determinação do sexo foi realizada entre 42 e 57 dias após o transplântio das mudas, refletindo a precocidade da cultivar Baixinho-de-Santa-Amália. Em outras cultivares do grupo 'Solo', no sistema convencional de produção, é comum essa operação ser efetuada entre 90 e 120 dias a contar do transplântio (MARIN et al., 1995; MARTELLETO et al., 1997; RUGGIERO, 1988).

Esses resultados permitem deduzir que as variáveis climáticas próprias do cultivo protegido (temperatura e radiação solar) induziram o encurtamento das fases do ciclo do mamoeiro, quando comparado ao cultivo em ambiente protegido.

Crescimento e comportamento fenológico das plantas

De modo geral, as plantas cultivadas na estufa e na estufa sombreada não apresentaram entre si diferenças em relação à altura, sendo, todavia, superiores às do telado e às do ambiente natural. O telado proporcionou maior porte dos mamoeiros quando comparado ao ambiente natural de cultivo. No aspecto geral, as influências em altura dos ambientes estufa, estufa sombreada e telado, em relação ao ambiente natural, foram respectivamente da ordem de 21,2%, 21,0% e 6,4% (Tabela 9). O estímulo de apenas 6,4% quanto à altura das plantas cultivadas no telado foi inferior ao valor de 10,6% constatado por Canesin et al. (2002) para a mesma cultivar. Isso se

deve, em parte, ao fato de que as plantas bifurcadas (de menor porte) foram também computadas na análise conjunta do presente estudo.

Tabela 9. Efeito do tipo de ambiente no crescimento em altura (cm), diâmetro basal do tronco (cm), número de folhas principais emitidas, comprimento médio das folhas e área foliar média por folha do mamoeiro ‘Baixinho-de-Santa-Amália’, ao final do primeiro ano de cultivo orgânico, na região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Efeito	Ambiente de cultivo			
	Estufa	Estufa sombreada	Telado	Ambiente natural
Altura da planta				
Altura (cm)	169,6	169,5	149	140
Diferença relativa ⁽¹⁾ (%)	21,2%	21%	6,4%	-
Diâmetro basal do tronco				
Diâmetro (cm)	12,6	9,9	8,3	9,8
Diferença relativa ⁽¹⁾ (%)	29%	1,4%	-14,8%	-
Número de folhas principais emitidas				
Número de folhas	180,5	171,2	163,5	152,3
Diferença relativa ⁽¹⁾ (%)	18,6%	12,4%	7,4%	-
Comprimento médio das folhas				
Comprimento ⁽²⁾ (cm)	102,5	92,9	84,7	85,6
Diferença relativa ⁽¹⁾ (%)	+19,7%	+ 8,5%	-1,1%	-
Área foliar média da folha				
Área foliar (cm ²)	1.829,1	1.564,0	1.272,7	1.401,5
Diferença relativa ⁽¹⁾ (%)	30,5%	11,6%	-9,2%	-

⁽¹⁾ Em relação ao ambiente natural.

⁽²⁾ Medida considerando pecíolo e limbo foliar.

O efeito estimulante do sombreamento do mamoeiro quanto à altura, especificamente para a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, foi igualmente registrado por Nogueira Filho et al. (1994), Rodríguez Pastor (2002) e Rodríguez Pastor e Galán Saúco (1995). Um fato interessante é que, quando se compara o comportamento das plantas crescidas na estufa com aquelas da estufa sombreada, o efeito do sombreamento é anulado, possivelmente pela interação com a temperatura ambiente, sempre mais elevada na estufa.

Ao final de um ano, os aumentos, em termos de diâmetro basal do tronco, foram de 29,0% para a estufa e de somente 1,4% para a estufa sombreada, comparativamente ao ambiente natural de cultivo (Tabela 9). Essa marcante diferença a favor do cultivo em estufa pode ser de grande vantagem, já que essa variável fenológica tem alta correlação com a produção de frutos, conforme já destacaram Marin et al. (2003).

Nos ambientes protegidos, as plantas também emitiram mais folhas do que no ambiente natural. A estufa foi o ambiente onde ocorreu máxima emissão de folhas, superando o ambiente natural em 18,6% (Tabela 9). Já no telado, a diferença atingiu pouco mais de 7%. Além do número, salienta-se que na estufa e na estufa sombreada foram registrados aumentos médios de 19,7% e 8,5%, respectivamente, em relação ao ambiente natural. Pelos resultados obtidos, depreende-se que a estufa favoreceu consideravelmente o crescimento das folhas, parâmetro que se relaciona diretamente com a área foliar do mamoeiro (ALVES; SANTOS, 2002).

A estufa e a estufa sombreada proporcionaram aumentos médios de 30,5% e 11,6% de área foliar, respectivamente, comparativamente ao ambiente natural; ao passo que, no telado, houve decréscimo de 9,2% (Tabela 9). Conforme afirmou Guiselini (2002), plantas

submetidas à sombra tendem a ter sua área foliar aumentada para captação de maior quantidade de energia, garantindo, assim, os processos fotossintéticos. No entanto, os mamoeiros cultivados na estufa sombreada e no telado não apresentaram área foliar superior àqueles cultivados na estufa, indicando que outros fatores podem ser também importantes quanto à expressão dessa variável fenológica, sobrepujando o fator sombreamento.

O sombreamento pode ter tido contribuição efetiva sobre a área foliar não somente pela menor quantidade de radiação solar atingindo o dossel da planta, mas também pelo microclima peculiar do telado, favorecendo o desenvolvimento das folhas, mas apenas na fase juvenil. Em adendo, o efeito sombreamento foi sobremaneira reduzido pelas crescentes diferenças da temperatura e vigor das plantas, atuando em conjunto dentro de cada ambiente de cultivo.

Manifestação dos tipos florais

A maior ocorrência de frutos pentândricos, carpeloides e normais hermafroditas foi verificada na estufa. Enquanto a maior ocorrência de flores estaminadas se deu nos ambientes sombreados. Pode-se inferir que, por mais que o mamoeiro produza maior quantidade de frutos anormais pentândricos e carpeloides, ocorre maior produção compensatória de frutos normais.

Esses resultados corroboram as afirmações de Andrade (1980), Marin (2001) e Papa (1984) de que o vigor da planta, superior na estufa, conforme visto anteriormente, e refletido, principalmente, pelos valores de diâmetro basal do tronco, dimensões das folhas e área foliar, é preponderante na produção de frutos de mamoeiro. Por

outro lado, a perda de vigor repercute na maior expressão de flores estaminadas e, por conseguinte, em menor produção de frutos.

Produção de frutos comercializáveis

De acordo com Giacometti e Ferreira (1988), uma cultivar de mamoeiro do grupo 'Solo', com boa capacidade produtiva, deveria render entre 15 kg e 20 kg de frutos de padrão comercial por planta, no primeiro ano de colheita. Enquanto a produtividade das plantas no telado situou-se dentro dessa faixa e no ambiente natural e na estufa sombreada um pouco acima do limite superior; na estufa, a produtividade ultrapassou largamente esse valor (Figura 4).

Conforme destacam Marin et al. (1989), em cultivo convencional, a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, com cerca de 1.650 plantas ha⁻¹, produz em torno de 50 t ano⁻¹. Isso representaria uma produção por planta da ordem de 30,3 kg ano⁻¹.

A produção de frutos na estufa sombreada, no telado e no ambiente natural ficou aquém dos 30 kg ano⁻¹ (Figura 4). Em contrapartida, a produção obtida na estufa superou em 28,2% o valor estimado por Marin et al. (1995).

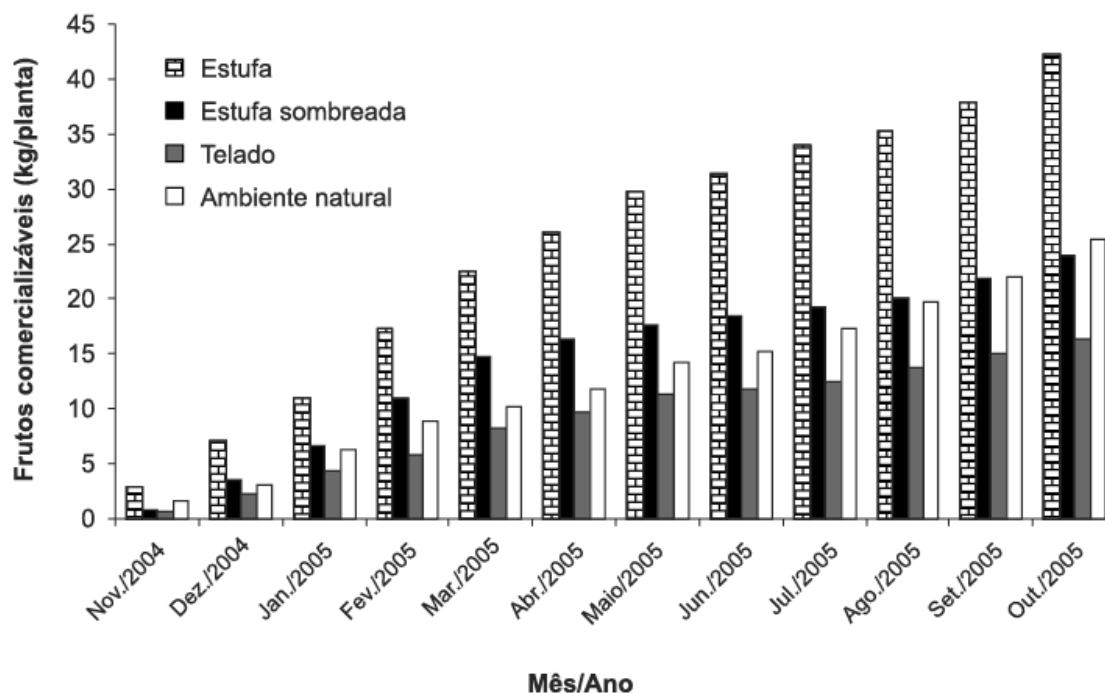


Figura 4. Peso de frutos de padrão comercial em diferentes ambientes, durante o primeiro ano de produção orgânica do mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália', na região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Os resultados demonstraram, portanto, que o sistema orgânico empregado não deixou a desejar no que diz respeito à produtividade do mamoeiro e apontaram para a viabilidade do cultivo protegido (estufa) da cultivar Baixinho-de-Santa-Amália. Além disso, verificou-se que o maior número de frutos colhidos, com padrão comercial, ocorreu nas estufas e no transcorrer do verão, enquanto o menor número de frutos correspondeu ao inverno, principalmente na estufa sombreada, no telado e no ambiente natural (Figura 5). Isso se deveu, em parte, à questão ligada à estaminação de flores e seu alto percentual registrado, sobretudo nos ambientes acima citados, cerca de quatro a cinco meses antecedendo as colheitas.

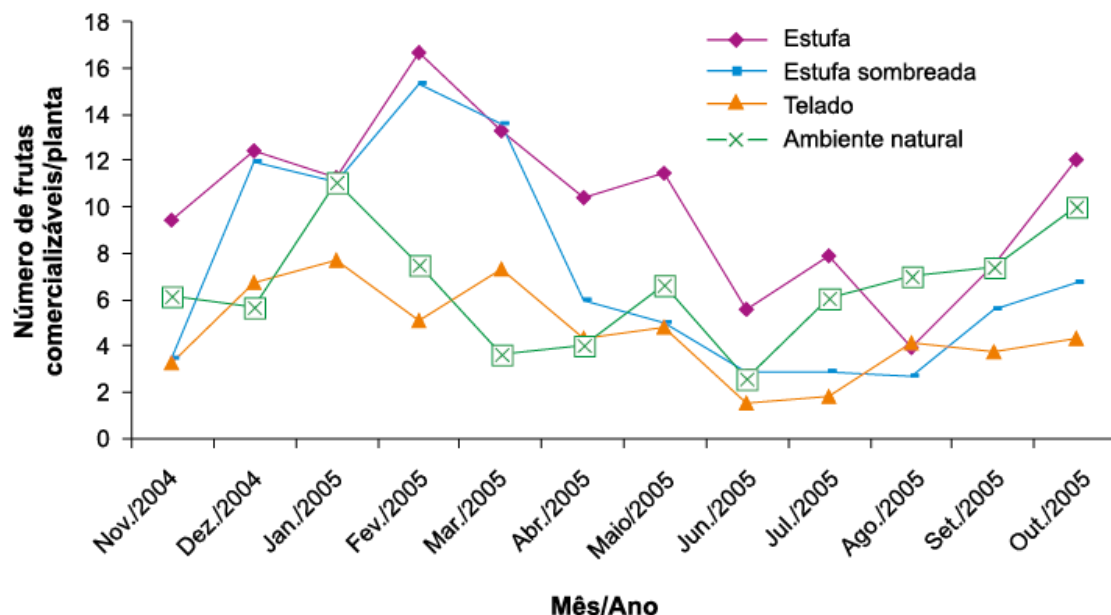


Figura 5. Efeito do tipo de ambiente de cultivo sobre o número de frutos comercializáveis por planta de mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália', durante o primeiro ano de produção em cultivo orgânico, na região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Além do contraste em número, constatou-se que os maiores pesos em frutos de padrão comercial colhidos por planta ocorreram sobretudo na estufa e no transcorrer do verão, enquanto os menores corresponderam à chegada do inverno (Figura 6). As quedas de produção no outono e especialmente no inverno devem ser atribuídas às temperaturas excessivas na floração do mamoeiro. Todavia, como na estufa (sempre mais quente) se obteve máxima produtividade, é possível que outro ou outros fatores venham a atuar no comprometimento da produção de frutos de padrão comercial, agravando a formação de flores estaminadas em detrimento das normais, sobretudo em plantas de mamoeiro menos vigorosas.

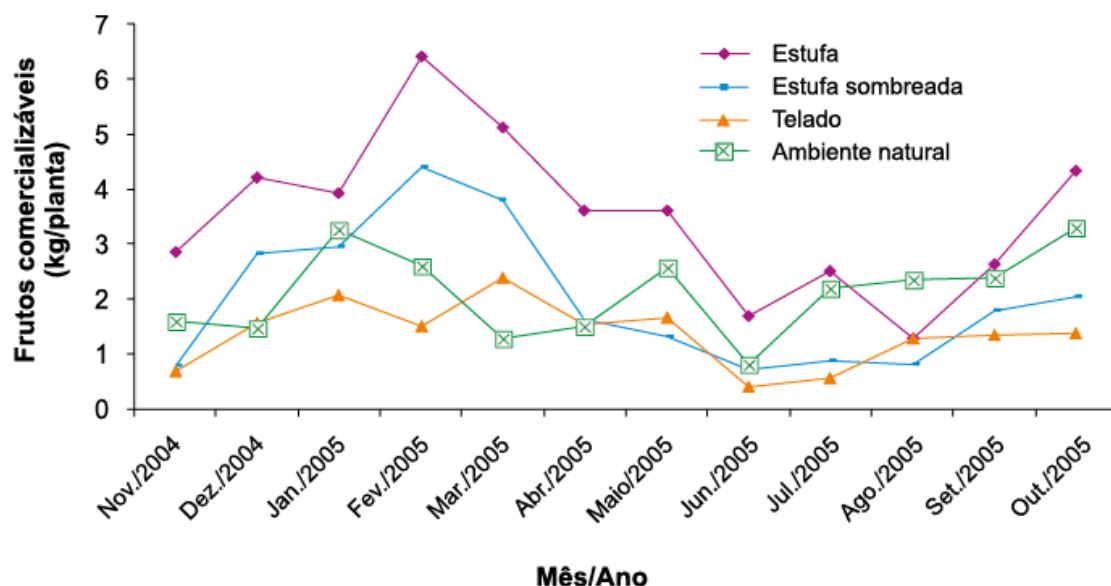


Figura 6. Efeito do tipo de ambiente de cultivo sobre o peso de frutos comercializáveis colhidos por planta de mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália', durante o primeiro ano de produção em cultivo orgânico, na região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Qualidade dos frutos na fase de pós-colheita

Sintomas de varíola – Os ambientes protegidos, estufa, estufa sombreada e telado, foram capazes de desfavorecer consideravelmente a manifestação da varíola nos frutos do mamoeiro, representando 60,3%, 57,4% e 37,9% de redução, comparativamente ao ambiente natural de cultivo (Figura 7). Cabe salientar que inicialmente ocorreu maior severidade da varíola nos ambientes mais protegidos (estufa e estufa sombreada), em razão do transplante de mudas sintomáticas e pela dificuldade de se evitar o molhamento das folhas durante as irrigações. Por outro lado, no telado e no ambiente natural, talvez a maior ventilação tenha diminuído o tempo de molhamento das folhas, interferindo na dinâmica da doença.

Comparando a ocorrência de varíola entre as meias-faces mais e menos expostas do fruto, as diferenças foram expressivas (Figura 7). Na estufa, os frutos apresentaram, em média, 81,5% de lesões a mais na face externa; na estufa sombreada, 81,2% a mais; no telado, 63,2% a mais; e no ambiente natural, 53,8% a mais.



Figura 7. Efeito do tipo de ambiente de cultivo sobre o número de lesões provocadas por *Asperisporium caricae* nos frutos do mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália', durante o primeiro ano de produção em cultivo orgânico, região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Com a senescência das folhas baixas e o aumento da altura de inserção dos frutos, em função de condições macroclimáticas mais propícias à doença (meses chuvosos), na estufa e na estufa sombreada, puderam ser colhidos frutos com menor índice de infecção pela varíola (Figura 8).



Figura 8. Detalhe dos frutos colhidos no ambiente natural (A) e dos frutos colhidos na estufa (B).

Fotos: Luiz Aurélio Peres Martelleto

Mancha-fisiológica-do-mamoeiro (MFM) – Os ambientes protegidos parecem ter contribuído também para a redução da incidência desse distúrbio fisiológico nos frutos do mamoeiro. No comparativo com o ambiente natural, foram registradas diferenças da ordem de 15,0%, 20,2% e 12,1%, respectivamente, nas colheitas na estufa, na estufa sombreada e no telado.

A meia-face dos frutos mais exposta aos fatores climáticos, colhidos na estufa, apresentou 52,6% a mais de MFM do que a meia-face menos exposta. Essa situação foi análoga na estufa sombreada (58,8% a mais), no telado (63,1% a mais) e no próprio ambiente natural (61,9% a mais). Tais diferenças indicaram que fatores climáticos, como a radiação solar excessiva, podem predispor os frutos ao lesionamento pela MFM. Os resultados, contudo, não condizem com os de Reis et al. (2003), que encontraram maior ocorrência de lesões na meia-face do fruto menos exposta ao sol. Lima (2003), em contrapartida, afirma que a manifestação da MFM

tem maior intensidade em ambientes de alta luminosidade, o que está de acordo com os resultados obtidos.

A explicação das possíveis causas da magnitude de ocorrência da MFM é de difícil interpretação. Talvez, vários fatores de ordem climática ou inerentes às plantas precisam atuar em conjunto para o distúrbio se manifestar.

Ocorrência de mancha-anelar – Durante os 28 meses de cultivo monitorado, nenhuma planta, em qualquer dos ambientes de cultivo, apresentou sintomas do vírus causador dessa doença. Uma das possíveis explicações para tal fato seria o progressivo nível de equilíbrio biológico, que é notório no Sipa (Fazendinha Agroecológica, km 47) no transcorrer dos 13 anos de sua existência.

Outro aspecto que pode ter contribuído para a não ocorrência da doença foi a sistemática eliminação das folhas velhas dos mamoeiros em toda a área experimental, sabendo-se que a cor amarela, de acordo com Lazzari e Lazzarotto (2005), atrai os pulgões vetores do vírus.

Teor de sólidos solúveis totais nos frutos – Na estufa, foram colhidos, durante todo o ano, frutos com as maiores médias de sólidos solúveis totais (12,2 °Brix), superando o ambiente natural (11,6 °Brix) em mais de 5% (Figura 9). Já, na estufa sombreada (11,2 °Brix) e no telado (11,1 °Brix), os teores de sólidos solúveis totais foram os menores.

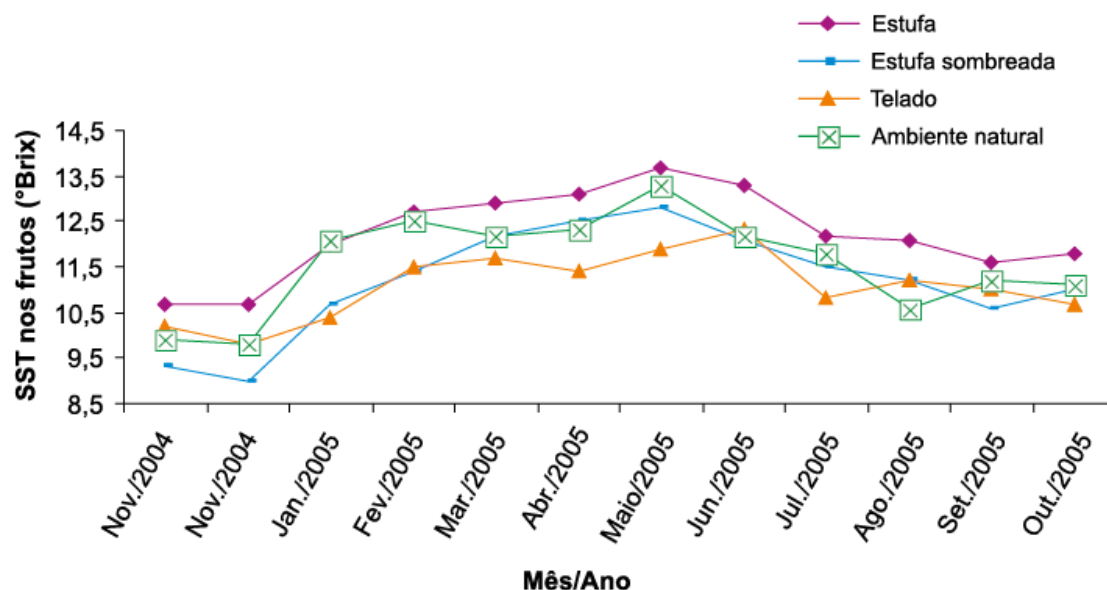


Figura 9. Efeito do tipo de ambiente sobre o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos do mamoeiro 'Baixinho-de-Santa-Amália', durante o primeiro ano de produção em cultivo orgânico, na região de Seropédica, RJ, 2004–2005.

Maior teor de sólidos solúveis em frutos de mamão produzidos em estufa do que em ambiente natural foi verificado por Sheen et al. (1998). Baixos teores sob telados foram encontrados por Allan et al. (1987). Por outro lado, Canesin et al. (2002), com a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália, não verificaram diferenças significativas na comparação entre telados e ambiente natural, quanto aos teores de sólidos solúveis totais nos frutos colhidos.

No presente estudo, os valores médios registrados nos frutos colhidos em qualquer dos ambientes de cultivo situaram-se dentro ou acima da faixa de 8,8 °Brix a 11,7 °Brix, que é a indicada para mamões do grupo Solo (CARVALHO et al., 1992; FAGUNDES, 1999). Segundo Gayet et al. (1995), os frutos de cultivares do grupo Solo são recomendáveis para consumo in natura quando apresentam, pelo menos, 11,5 °Brix. A estufa, portanto, foi o ambiente que, ao longo do

ano, possibilitou colheitas de frutos atingindo tal patamar de qualidade, o que não ocorreu no telado e na estufa sombreada.

Número de sementes por fruto – No transcorrer do verão, os dados da estufa (média de 456,3 sementes fruto⁻¹), da estufa sombreada (428,3 sementes fruto⁻¹) e do ambiente natural (395,7 sementes fruto⁻¹) foram estatisticamente equivalentes. Os frutos colhidos na estufa continham mais sementes que aqueles provenientes do telado (319,3 sementes fruto⁻¹). Em termos anuais, no entanto, os ambientes de cultivo não interferiram nessa característica pomológica.

Reconhecendo-se que, em ambientes protegidos, há interferência na polinização cruzada, em função da barreira física contra insetos e restrição de ventilação que as proteções exercem, os resultados indicaram o expressivo percentual de autopolinização das flores hermafroditas do mamoeiro, fenômeno já constatado por Marin et al. (2003) e por Nakasone (1980).

Considerações gerais – mamão orgânico em cultivo protegido

O objetivo principal dos estudos foi o de aquilatar o potencial do cultivo protegido na produção orgânica do mamão. Nesse sentido, torna-se de interesse uma série de considerações a respeito, fruto do acompanhamento diuturno desse cultivo ao longo da experimentação:

- As análises estatísticas procedidas indicaram aspectos positivos das estruturas cobertas com o plástico, em termos de sanidade da planta, capacidade produtiva e vigor vegetativo.

- As estruturas de proteção tipo túnel foram montadas com esteios de massaranduba e arcos de vergalhão recobertos com tubos de plástico (mangueira preta). Esses esteios de sustentação podem ser substituídos por sabiá ou sansão-do-campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), ou mesmo pelo eucalipto (*Eucalyptus* spp.), desde que submetido a tratamento prévio contra podridões fúngicas ou danos por cupim.
- A cobertura do solo traz relevantes benefícios, tais como: retenção da umidade e redução da temperatura do horizonte superficial, assim estimulando a biota do sistema solo-planta. No caso presente, essa cobertura foi assegurada com palha originada da roçada de grama-batatais. Outros materiais podem ser empregados e produzidos in situ, como, por exemplo, palha de leguminosas anuais (crotalárias, mucunas, etc.) cultivadas em rotação com o mamoeiro. Coberturas vivas com leguminosas perenes e de hábito rasteiro, como o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoii* Krapov. & W.C. Gregory) ou o estilósante (*Stylosantes* spp.) poderiam ser testados para a mesma finalidade.
- Irrigação por gotejamento não parece ser a mais indicada, pois cria condições favoráveis ao confinamento do sistema radicular do mamoeiro. Por outro lado, é imprescindível se evitar o molhamento de folhas e frutos, durante as irrigações, para controle da varíola. O uso de microaspersores ou mesmo da mangueira plástica apresentam-se como mais indicado, inclusive por viabilizar a cobertura viva do solo com leguminosas ou, como opção de renda extra, o cultivo intercalar de outras espécies de porte baixo.

- Após o pegamento das mudas transplantadas do mamoeiro e seu crescimento inicial, torna-se possível o cultivo de várias espécies de ciclo rápido na estufa, cuja escolha vai depender das condições climáticas da cada região. Hortaliças folhosas, condimentos, espécies ornamentais (flores de corte), morangueiro, plantas medicinais, etc. poderiam fazer parte do sistema, inferindo maior renda e contribuindo para otimizar custos. À medida que os mamoeiros sombreassem o ambiente abaixo do dossel, espécies tolerantes, como a taioba (*Colocasia antiquorum* Schott.) ou a bertalha (*Basella rubra* L.), poderiam ser cultivadas em sucessão.
- Mesmo com o emprego de tela antiafídica, não foi possível evitar o ingresso de pragas nas estruturas de proteção. A dificuldade reside na frequente entrada e saída do pessoal responsável pelo cultivo, além de fendas e pequenas aberturas sempre presentes em túneis construídos de forma rústica. No estudo aqui relatado, foram adotadas medidas de controle, com base em pulverizações periódicas. Assim, tratamentos com calda sulfocálcica a 1% + óleo de sementes de nim (*Azadiracta indica* A. Juss.) a 0,5% foram suficientes para satisfatório controle de danos causados pelo ácaro, pela mosca-branca e pela cigarrinha-verde. Quanto à varíola, além do controle proporcionado pelo ambiente mais seco da estufa e pelo não molhamento de folhas e frutos, a calda bordalesa (1%), adicionada de leite bovino integral (5%), foi aplicada a intervalos regulares, em caráter preventivo.
- Para a expansão do cultivo orgânico do mamoeiro em ambiente protegido, haverá necessidade de se instaurar um programa de

melhoramento genético específico. Esse programa deverá buscar a reunião de características, como porte baixo, padrão comercial dos frutos (formato, tamanho e consistência), tolerância aos efeitos fitotóxicos de insetos-praga, a par da capacidade produtiva.

Cultivo protegido de mamão nas Ilhas Canárias, Espanha

Tipos de proteção

As proteções empregadas nas Ilhas Canárias, para o cultivo de mamão, são do mesmo tipo daquelas utilizadas para banana, indicadas por Galán Saúco (1992) e Galán Saúco et al. (1998). Essas apresentam uma estrutura de canos de aço galvanizado (2 a 4 polegadas de diâmetro e com 6 m a 7 m de comprimento), fixada em uma base de concreto. No caso do mamão, particularmente com cultivares de baixo porte, estufas de 3 m típicas para vegetais ou plantas ornamentais, com estruturas similares, são também utilizadas. A cobertura é geralmente composta de um filme de polietileno disposto como um sanduíche entre uma rede dupla de fios entrelaçados. Essa cobertura em conjunto com rede, ocasionalmente utilizada só como telhado, também é frequentemente utilizada nas paredes laterais em lugares mais quentes da ilha.

Enquanto a estrutura pode durar uma década ou mais, o ponto fraco das estufas tem sido tradicionalmente a troca da cobertura em razão de estragos com chuvas fortes ou, o mais importante, o envelhecimento. Recentemente foi desenvolvido um filme de

polietileno com multicamadas, o qual é formado por uma mistura de três camadas plásticas que se entrepõem com camadas de polímeros expandidos com microbolhas de gás entre as duas camadas de polímero puro. Em contraste com as coberturas plásticas anteriormente utilizadas nas Ilhas Canárias, as quais precisavam ser substituídas a cada 2 a 3 anos, esse novo material de cobertura pode durar mais de 10 anos (CABRERA CABRERA; GALÁN SAÚCO, 2003).

Atualmente, estão em andamento testes no Instituto Canário de Investigações Agrárias (Icia), para avaliar os diferentes tipos de cobertura de estufas, com ênfase nos polietilenos de longa vida, de preferência coberturas de rede de malha para o mamoeiro, pois o teor de sólidos solúveis totais da fruta aumenta com o aumento do calor. Salienta-se que é necessário ventilação extra no verão, pois as temperaturas chegam a 35 °C, para evitar a tendência de cultivares bissexuais desenvolverem flores masculinas, não funcionais, geralmente associadas a altas temperaturas (NAKASONE; PAULL, 1998).

Estruturas similares pré-fabricadas em aço galvanizado estão sendo usadas em outros lugares, com uma altura de 3 m a 6 m no Japão, e cerca de 4 m em Israel. Os israelenses tendem a preferir filmes de polietileno para a cobertura, enquanto os japoneses usam rede, cloreto de vinil ou polietileno.

Cultivares

Cultivares de baixa estatura, como as do tipo 'Solo', são as mais bem adaptadas ao cultivo em estufa. Enquanto a cultivar Sunrise costumava ser a opção do Japão e das Ilhas Canárias, o

desenvolvimento de cultivares anãs tem avançado consideravelmente no cultivo de mamão em estufa. O 'Baixinho-de-Santa-Amália', um anão mutante brasileiro da cultivar Sunrise, e, mais recentemente, a seleção 'BH-65' Sul-Africana (outro anão do tipo 'Solo'), ambos muito semelhantes à cultivar Sunrise em características do fruto, são agora recomendados e predominantes nas Ilhas Canárias, apesar de a cultivar Maradol ser também cultivada em pequena escala.

No Japão, plantas femininas de seleção local como 'Wonder Flare', uma cultivar anã japonesa, está se tornando cada vez mais importante em Okinawa, embora plantas tanto do sexo feminino como hermafroditas da cultivar Sunrise, bem como 'Tainung 1', 'Tainung 2' e 'Tainung 5' ainda estejam em uso em todo o País. Plantas femininas são predominantes em Israel, onde a seleção local 'Paraíso' é a cultivar escolhida para o plantio.

Técnicas de cultivo

As práticas culturais de cultivo de mamão protegido ou em estufa, em geral, não diferem daquelas ao ar livre. O material de plantio nas Ilhas Canárias vem de sementes, obtidas através de autofecundação, enquanto que em Israel são usadas atualmente estacas enraizadas, e no Japão são empregadas mudas obtidas tanto por sementes como por cultura de tecidos. Em todos os casos, a propagação em viveiro é feita em ambientes isolados de plantas hospedeiras e vetores Papaya Ringspot Virus (PRV).

As densidades de plantio são variáveis nas Ilhas Canárias, mas podem ser tão altas quanto 2.666 plantas ha⁻¹, capaz de produzir até 200 t ha⁻¹ no período de três anos, antes que o replantio se faça necessário. Normalmente, duas ou três sementes são plantadas em

conjunto e depois eliminadas para deixar uma muda hermafrodita por cova. Muitos agricultores replantam entre linhas no terceiro ano, para garantir a continuidade, uma vez que a colheita anterior já foi carregada. Plantações no Japão, sob irrigação por gotejamento, são espaçadas de 1,5 m x 1,5 m; enquanto, em Israel, varia de 1,5 m a 2,0 m entre as árvores e 2,0 m a 3,0 m entre linhas.

Nas Ilhas Canárias, mamoeiros irrigados por gotejamento em estufas são fertilizados da mesma forma, como aqueles em plantações ao ar livre, aplicando-se 150 g de N, 120 g de P_2O_5 , 200 g de K e, quando necessário, 37 g de boro por planta por ano (RODRÍGUEZ PASTOR et al., 1995). A matéria orgânica, cerca de 5 kg de esterco planta⁻¹, normalmente é incorporada no plantio: alguns pequenos agricultores estão produzindo mamões orgânicos, fertilizados com 80 m³ ha⁻¹ a 100 m³ ha⁻¹ de esterco por ano. Alguns produtores locais estão usando em conjunto ovelhas da raça Pelibüey, que é adaptada aos trópicos e pode sobreviver com uma dieta básica de folhas de bananeira, para o controle de ervas daninha e para a produção de esterco (DELGADO; FRESNO, 1998).

A dosagem para a irrigação dos mamões por gotejamento, nas Ilhas Canárias, inicia-se com 4 L planta⁻¹ dia⁻¹ até a floração e aumenta para 12 L quando a produção total é alcançada. Os japoneses aplicam entre 15 L planta⁻¹ dia⁻¹ e 20 L planta⁻¹ dia⁻¹, com maiores quantidades de água e adubo no verão do que no inverno. A dosagem habitual em Israel é entre 40 m³ ha⁻¹ e 50 m³ ha⁻¹, irrigando uma vez por dia no verão e de dois em dois dias no inverno, e fertirrigação com 5-3-8 NPK (dosagem de N cerca de 25 ppm).

Todos esses números mostram uma economia substancial em relação às plantações ao ar livre (RODRÍGUEZ PASTOR et al., 1995) e também em relação a outros cultivos em estufa, tais como banana,

com 10 L planta⁻¹ dia⁻¹ a 20 L planta⁻¹ dia⁻¹ (GALÁN SAÚCO et al., 2004). Essa economia é uma consequência da redução da evapotranspiração, o que é de grande importância em lugares como Israel ou as Ilhas Canárias, onde a água é um recurso limitado e um componente para o cultivo de custo muito caro (variando entre 0,1 euros m⁻³ e 0,4 euros m⁻³, dependendo da ilha e da localização).

A polinização manual é uma prática comum em Israel, mas não é necessária nas Canárias, onde a frutificação é boa o ano todo. Qualquer desbaste de fruta ou flor para conservar 1 a 2 frutos por nó é feito manualmente, nas Ilhas Canárias, nas cultivares Baixinho e BH-65, que produzem mais de 10 flores por nó. Outras técnicas agrícolas são semelhantes às utilizadas em outros lugares para o cultivo ao ar livre. A prática atualmente utilizada no Japão (e também por alguns produtores das Ilhas Canárias antes da mudança para o 'Baixinho-de-Santa-Amália') é estender o galho de maneira oblíqua, quase paralelo ao chão, a fim de reduzir a altura da planta. Essa prática, contudo, tem sido desnecessária pelo fato das cultivares não serem as preferidas para as novas plantações em estufa. Outro ponto que merece destaque é que, nas Ilhas Canárias, está alto o interesse pela produção orgânica, pelo incentivo dos altos preços de venda, sendo o cultivo protegido uma grande ferramenta para essa finalidade.

Incidência e controle de pragas e doenças

A traça-da-bananeira (*Opogona sacchari* Bojer) e o ácaro-vermelho ou carmim (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) são as únicas pragas relevantes, sobretudo a primeira. *Oidium caricae* F. Noack e, ocasionalmente, *Botrytis cinerea* Pers. são os principais fungos que

afetam os mamões de estufa nas Ilhas Canárias. Atualmente não há problemas para exercer o controle dessas pragas e doenças, utilizando tanto produtos convencionais como orgânicos; com exceção da traça-da-banana, que geralmente exige a aplicação de inseticidas sintéticos e pulverização com *Bacillus thuringiensis*. Os ácaros também são pragas comuns em Israel, assim como no Japão, sendo que neste os afídeos e podridões de fruto por *Fusarium* também são de grande importância.

Considerações finais

O cultivo de mamão protegido ou em estufa é tecnicamente viável, tanto para o crescimento como para a floração, que se beneficia com as modificações climáticas possíveis em uma estufa. Além de melhores colheitas, tanto em quantidade como em qualidade, e consumo reduzido de água, pode haver também benefícios adicionais decorrentes da exclusão de vírus, que, quando considerado conjuntamente, pode tornar a produção em estufa um sistema de cultivo rentável em diversas áreas subtropicais do mundo.

Ao longo deste capítulo procuramos reunir as informações disponíveis sobre o assunto nos trabalhos realizados até o momento e esperamos que:

- Sirvam de estímulo à formação de fortes grupos de pesquisa sobre o assunto, procurando responder as inúmeras indagações levantadas ao longo deste capítulo.
- Mostrem o potencial que esses estudos poderão proporcionar ao desenvolvimento da cultura, possibilitando o cultivo do mamoeiro

próximo dos centros consumidores, onde atualmente fica difícil a convivência, principalmente com as doenças viróticas, com ênfase para as regiões Sul e Sudeste do Brasil.

- Destaquem, nos diferentes ensaios, o potencial que a cultivar Baixinho-de-Santa-Amália representa para o cultivo protegido devido a sua baixa altura, apesar de esta cultivar ter menor firmeza dos frutos para o transporte.
- Realcem a absoluta necessidade de serem conduzidos estudos com relação à sexagem precoce do mamoeiro, para possibilitar o plantio de apenas uma planta por cova.
- Salientem a necessidade de condução de experimentos, com relação a tipos de cobertura, altura das proteções, de tal forma a proporcionar às plantas melhor conforto térmico.
- Gerem possibilidades para o aprofundamento de estudos para produzirmos mamão com a chancela de fruta orgânica.
- Destaquem que o aprofundamento desses estudos, de fruteiras em ambiente protegido, abrirá espaço ao cultivo de outras fruteiras nessas condições, criando novas oportunidades aos produtores, bem como estimulando os egressos dos cursos de Agronomia e oferecendo a eles oportunidades para desenvolverem o espírito empreendedor.

Referências

ALLAN, P. I.; MCCHLERY, J.; BIGGS, D. Environmental effects on clonal female and male *Carica papaya* L. plants. **Scientia Horticulturae**, The Hague, v. 32, p. 221-232, 1987.

ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D.; GUERRA, J. G. M. Sistema integrado de produção agroecológica: “Fazendinha Agroecológica, km 47”. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA ECOLÓGICA, 2.; ENCONTRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, 1., 1999, São Paulo. **Anais...** Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 153-159.

ALVES, A. A. C.; SANTOS, E. L. Estimativa de área foliar do mamoeiro: método não destrutivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD-ROM.

ANDRADE, V. de M. O mamoeiro: taxonomia e morfologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Ed. da Unesp, 1980. p. 61-69.

ANDREANI JÚNIOR, R. **Identificação precoce do sexo do mamoeiro** (*Carica papaya* L.). Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 1995. 22 p.

ARAÚJO, D. C.; CORREA, L. S.; BOLIANI, A. C. Cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido: efeitos sobre a produção de frutos e controle do mosaico. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 15, n. 1, p. 1-13, 2006.

BARBOSA, F. R.; PAGUIO, O. R. Identificação do vírus da mancha anelar do mamoeiro no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 7, n. 1, p. 37-45, 1982a.

BARBOSA, F. R.; PAGUIO, O. R. Vírus da mancha anelar no mamoeiro: incidência e efeito na produção do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 7, n. 3, p. 365-373, 1982b.

CABRERA CABRERA, J.; GALÁN SAÚCO, V. Crecimiento y desarrollo de la platanera. (*Musa acuminata* Colla AAA) bajo distintos tipos de cubierta: avance de resultados. **Actas de Horticultura**, Vilamoura, v. 39, p. 257-259, 2003.

CANESIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. de S.; BOLIANI, A. C. Desenvolvimento de mamoeiro (*Carica papaya*) em ambiente protegido com tela de propileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD-ROM .

CANESIN, R. C. F. S.; CORREA, L. S.; BOLIANI, A. C. Desenvolvimento de mamoeiros (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido com tela de propileno. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 12, n. 2, p. 69-80, 2003a.

CANESIN, R. C. F. S.; ISEPON, J. S.; CORREA, L. S.; BOLIANI, A. C. Comportamento de cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido com tela de propileno: qualidade dos frutos. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 12, n. 2, p. 107-119, 2003b.

CARVALHO, R. I. N.; FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; MANICA, I. Características físicas e químicas do mamão “Papaya” comercializado em Porto Alegre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 14, n. 1, p. 143-147, 1992.

CORRÊA, L. S.; CANESIN, R. C. F. S.; BOLIANI, A. C. Comportamento de cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em

ambiente protegido com tela de propileno: desenvolvimento da planta e produção de frutos. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 9, n. 1, p. 65-76, 2000.

COSTA, A. S.; CARVALHO, A. M. de; KAMADA, S. Constatado o mosaico do mamoeiro em São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 21, n. 3/4, p. 38-43, 1969.

DELGADO, J. V.; FRESNO, M. La explotación ovina en Canarias: aspectos raciales, situación actual y perspectivas de futuro. In: JORNADAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE OVINOTÉCNIA Y CAPRINOTÉCNIA, 22., 1998, Vitoria-Gasteiz. **Anais...** [Canarias: Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación], 1998. p. 265-280.

FAGUNDES, G. R. **Aspectos da comercialização do abacaxi, banana e mamão em Brasília-DF - qualidade, perdas e preço.** 1999. 155 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

FARIA JÚNIOR, M. J. A. ; CORRÊA, L. de S. Estudo do microclima sob telados com diferentes malhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 31., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola: Universidade Federal da Bahia, 2002.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993.

FERNANDES, M. do C. de A. O biofertilizante agrobio. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 103, n. 634, p. 42-43, 2000.

GALÁN SAÚCO, V. **Los frutales tropicales en los subtrópicos: II.** El Plátano. Madrid, ES: Mundi-Prensa, 1992.

GALÁN SAÚCO, V.; AIT-OUBAHOU, A.; ABDELHAQ, H. Cultivo de bananas en invernadero. **Plasticulture**, Paris, FR, v. 5, n. 123, p. 86-95, 2004.

GALÁN SAÚCO, V.; CABRERA CABRERA, J.; HERNÁNDEZ DELGADO, P. M.; RODRÍGUEZ PASTOR, M. C. Comparison of protected and open-air cultivation of Grande Naine and Dwarf Cavendish bananas. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 490, p. 247-259, 1998.

GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R. **Mamão para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1995. 38 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 14).

GIACOMETTI, D. C.; FERREIRA, F. R. Melhoramento genético do mamão no Brasil e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-Unesp, 1988. p. 377-387.

GUERRA, J. G. M. **Produção sazonal de Brachiaria decumbens Stapf., conteúdo de fósforo orgânico e microbiano em solos tropicais de baixa fertilidade natural.** 1993. 234 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de coberturas.** 2002. 53 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

KIMURA, A. **Comportamento do mamoeiro Baixinho-da-Santa-Amália, mutante natural de 'Sunrise-Solo', em ambiente protegido, na região de Jaboticabal.** 1997. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

LAZZARI, S. M. N.; LAZZAROTTO, C. M. Distribuição altitudinal e sazonal de afídeos (Hemíptera, *aphididae*) na Serra do Mar, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 22, n. 4, p. 891-897, 2005.

LIMA, H. C. **Relações entre o estado nutricional, as variáveis do clima e a incidência da mancha fisiológica do mamão** (Carica papaya L.) **no norte fluminense.** 2003. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

MARIN, S. L. D. **Melhoramento genético do mamoeiro** (Carica Papaya L.): habilidade combinatória de genótipos dos grupos 'Solo' e "Formosa". 2001. 117 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; ALVES, F. de L. **Introdução, avaliação e seleção do mamoeiro cv. Improved Sunrise Solo line 72/12 no Estado do Espírito Santo.** Vitória: Emcapa, 1989. 13 p. (Documentos, 59).

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S.; MARTINS, D. S.; FULLIN, E. A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo.** Vitória: Emcapa, 1995. 57 p.

MARIN, S. L. D.; YAMANISHI, O. K.; MARTELETO, L. A. P.; IDE, C. D. Hibridação do mamão. In: MARTINS, D. dos S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, 2003. p. 175-220.

MARTELLETO, L. A. P.; MALDONADO, J. F. M.; VIEIRA, A.; FERNANDES, S. G.; CARVALHO, S. M. P. de; SILVA, J. A. da C. e; COSTA, R. A. da; OLIVEIRA, L. A. A. de; SARMENTO, W. da R. M. **A cultura do mamão: perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: Pesagro-Rio, 1997. 28 p. (Documentos, 37).

MILLS, P. J. W.; SMITH, I. E.; MORAIS, G. A greenhouse design for a cool subtropical climate with winters based on microclimatic measurements of protected environments. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 281, p. 83-93, 1990.

NAKASONE, H. Y. Melhoramento de mamão no Havaí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1., 1980, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-Unesp, 1980. p. 275-287.

NAKASONE, H. Y. **The papaya**: lectures series for fondo de desarrollo fruticola em Venezuela. Caracas, VE: Fondo de Desarrollo Fruticola, 1978. 38 p.

NAKASONE, H. Y.; PAULL, R. E. **Tropical fruits**. New York: CAB International, 1998.

NOGUEIRA FILHO, G. C. **Estudo do desenvolvimento do mamoeiro (Carica papaya L.) na fase juvenil, em ambientes protegidos na região de Jaboticabal**. 1994. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

NOGUEIRA FILHO, G. C.; RUGGIERO, C.; ARAÚJO, J. A. C. Estudo do desenvolvimento do mamoeiro (*Carica papaya* L.) na fase juvenil, em ambiente protegido, na região de Jaboticabal: II. Estufa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. p. 665.

OLIVEIRA, A. M. G.; OLIVEIRA, M. de A. **Identificação das flores do mamoeiro para o desbaste de plantas**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1995. 2 p. (EMBRAPA-CNPMF. Mamão em Foco, 2).

PAGUIO, D. R.; BARBOSA, F. R. Constatação de “papaya ringspoot virus” no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 133, 1979.

PAPA, E. G. **Produção e qualidade de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) cultivado em casa de vegetação e em campo com irrigação por gotejamento ou jato pulsante**. 1984. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E.; SOUZA, E. F.; TORRES NETO, A. Mancha fisiológica do mamão “formosa”: relações com o potencial hídrico do solo, o teor de sólidos solúveis totais do látex e as variáveis do clima. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, 2003. p. 429-434.

REZENDE, J. A. M.; COSTA, A. S. Disseminação do vírus do mosaico do mamoeiro em duas regiões do Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 407, 1984.

RODRÍGUEZ PASTOR, M. C. Different plantation densities for papaya (*Carica papaya*, L) cv. “Baixinho de Santa Amália” culture in the Canary Islands. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 707-710, 2002.

RODRÍGUEZ PASTOR, M. C.; GALÁN SAÚCO, V. Papaya in the Canary Islands, a promising future. **Fruitrop**, Paris, FR, n. 12, p. 10, 1995.

RODRÍGUEZ PASTOR, M. C.; GALÁN SAÚCO, V.; ESPINO DE PAZ, A. I. **Técnicas de cultivo de la papaya en Canarias**. Buenos Aires, AR: Consejería de Agricultura y Alimentación, 1995. (Cuaderno de Divulgación).

RUGGIERO, C. **Estudo do comportamento das cultivares de mamoeiro** (*Carica papaya* L.) **Waimanalo e SunriseSolo na região de Jaboticabal**. 1982. 128 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

RUGGIERO, C. **Melhoramento do mamoeiro**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1995. Não publicado.

RUGGIERO, C. Situação da cultura do mamoeiro no Brasil. In: RUGGIERO, C. **Mamão**. Jaboticabal: FCAV-Unesp, 1988. p. 5-18.

RUGGIERO, C.; DURIGAN, J. F.; NATALE, W.; OLIVEIRA, C. A. L. de; BENASSI, A. C. Mamão. In: DONADIO, L. C. (Org.). **História da fruticultura paulista**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. p. 210-234.

RUGGIERO, C.; GOTTARDI, M. V. C.; SANTOS, S. C.; MENEGUCI, R. F. S. Situação da cultura do mamoeiro no Brasil. In: MARTINS, D.

S.; COSTA, A. F. S. **A cultura do mamoeiro**: tecnologia de produção. Vitória: Incaper, 2003. p. 35-56.

SABAAG, O. J.; TARSITANO, M. A. A.; CORREA, L. S.; PETINARI, R. A. Cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido no Estado de São Paulo: análise econômica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 349-352, 2000.

SHEEN, T. F.; WANG, H. L.; WANG, D. N. Control of papaya ringspot virus by cross protection and cultivation techniques. **Journal of the Japan Society Horticultural Science**, Kyoto, v. 67, n. 6, p. 1232-1235, 1998.

VIEIRA, M. R.; CORREA, L. S.; CASTRO, T. M. M. G.; SILVA, L. F. S.; MONTEVERDE, M. S. Efeito do cultivo do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em ambiente protegido sobre a ocorrência de ácaros fitófagos e moscas-brancas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 441-445, 2004.

Capítulo 5

Cultivo de morangueiro em ambiente protegido

Eunice Oliveira Calvete

Rosiani Castoldi da Costa

Heloisa Ferro Constâncio Mendonça

Celso Luiz Bordignon Júnior

Introdução

O processo de globalização está levando a uma reorganização do sistema produtivo, principalmente na introdução de novos modelos e protocolos de cultivos. A partir da metade do século 20, as instituições de pesquisa vêm colocando à disposição da cadeia produtiva do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) diferentes tecnologias para a diversificação das formas produtivas, atendendo além das demandas quantitativas, também as qualitativas exigidas pelos agricultores e consumidores.

Atualmente, encontram-se à disposição vários métodos de cultivo, como o convencional, o orgânico e o hidropônico cultivado no solo e fora deste, na água ou em substrato, a céu aberto ou em ambiente protegido. A área de cultivo do morangueiro no Brasil é ainda pequena, cerca de 370 ha (FAO, 2011), quando comparada com outros países da América do Sul, como a Argentina (950 ha) e Chile (1.546 ha).

A produção brasileira de 2.800 t está distribuída nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Distrito Federal. Segundo Camargo Filho e Camargo (2009), o Estado de Minas Gerais vem contribuindo com 40% da produção nacional, seguido de São Paulo com 29%, sendo que o Rio Grande do Sul, juntamente com os demais estados, produziram os 31% restantes.

O cultivo no Rio Grande do Sul teve grande impulso comercial no início da década de 1970. Segundo dados fornecidos pela Emater/RS (Tabela 1), os municípios que produzem em área maior que 10 ha concentram-se no Vale do Rio Caí e na Serra Gaúcha, e essa produção é de morangos de mesa. Já, na região de Pelotas, a produção de morango tem como principal destino a indústria, sendo a maioria do cultivo (90%) em ambiente protegido.

Tabela 1. Área, produção e número de produtores em alguns municípios do Rio Grande do Sul com produção de morango.

Município	Área⁽¹⁾ (ha)	Produção (t)	Nº de produtores
Bom Princípio	28	980	110
Canguçu	12	18	24
Caxias do Sul	60	2.160	25
Farroupilha	35	1.400	60
Flores da Cunha	18	720	22
Ijuí	12	300	35
Ipê	30	1.300	9
Morro Redondo	12	144	20
Pelotas	30	900	110
São Sebastião do Caí	12	360	35
Turuçu	11	380	45
Vacaria	35	1.225	8

⁽¹⁾ >10 ha.

Fonte: João e Conte (2007).

O morango é uma das frutas de maior importância econômica no Vale do Rio Caí, na Serra Gaúcha e em Pelotas, RS. O interesse pelo cultivo do morango é devido à elevada rentabilidade da cultura, ao amplo conheci-

mento, à aceitação da fruta pelo consumidor e à diversidade de opções de comercialização e processamento do morango (SANHUEZA et al., 2005).

Um estudo sobre a comercialização de morango na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp), realizado por Camargo Filho e Camargo (2009), mostrou que o preço médio foi de R\$ 3,93 kg⁻¹, no período de 2000 a 2005, porém os preços foram decrescentes em 2006 e 2007. Já no Rio Grande do Sul, o trabalho realizado por Madail (2008), no Município de Caxias do Sul, demonstrou que a inserção direta do produtor nos principais mercados nacionais proporciona retornos diferenciados, com preço médio de R\$ 4,50 por caixa de 1,3 kg. Segundo esse autor, o produtor de morango tem resultado positivo uma vez que, para cada R\$ 1,00 aplicado na cultura, recebe R\$ 1,78.

Tendo como base o valor médio de US\$ 2,53 kg⁻¹ de morango, comercializado nos principais mercados durante a última década, estima-se um valor financeiro aproximado de US\$ 57.000.077,00 (VEIGA JÚNIOR, 2006). Esses valores explicam a grande importância que o cultivo de morangueiro obteve nos últimos anos, influenciado pelas altas produtividades obtidas, principalmente em pequenas propriedades. Essa mudança está diretamente relacionada às melhorias tecnológicas e econômicas que o Brasil tem presenciado. Entretanto, segundo Camargo Filho e Camargo (2009), a cadeia produtiva do morangueiro exige maior qualidade do produto: classificação, embalagem e sanidade. Isso reflete diretamente na forma de cultivo, que deve ser feito com responsabilidade nas práticas culturais, uso correto da água e dos defensivos agrícolas, respeitando o uso dos recursos naturais e com remuneração mais justa da mão de obra.

Dessa maneira, é necessário que produtor e consumidor se conscientizem da importância da utilização da tecnologia, não só contribuindo para aumentar a renda do produtor, mas também produzindo frutos classificados e embalados de acordo com a legislação, proporcionando maior sustentabilidade socioeconômica à cadeia produtiva do morangueiro. Nesse sentido, este capítulo tem o objetivo de apresentar algumas tecnologias na área de cultivo de morangueiro em ambiente protegido.

Parâmetros físicos no cultivo protegido de morangueiro

A cada ano novas tecnologias passam a ser adotadas em diferentes áreas do conhecimento. Na agricultura, não é diferente. Os produtores buscam sempre novas formas de aumentar a produção melhorando a qualidade do produto e, ainda, correspondendo às tendências do mercado e garantindo rentabilidade.

Dentro dessas novas tecnologias, encontra-se o cultivo em ambiente protegido, criando um microclima mais favorável à produção, o qual pode ser monitorado por diversos parâmetros, fornecendo informações e dando suporte para melhorar o manejo e proporcionar à planta condições para que ela possa expressar seu potencial produtivo. Segundo Andriolo (2000), a produção em ambiente protegido constitui um agrossistema diferente do cultivo tradicional no campo. Duas características fundamentais podem ser apontadas na diferenciação desses dois agrossistemas. O cultivo em ambiente protegido apresenta as seguintes vantagens: a) a produção fora das épocas de cultivo, o que possibilita a produção na entressafra com preços melhores para o produtor; b) o número elevado de variáveis envolvidas na produção em campo, sendo menores as possibilidades de manejo.

Na cultura do morangueiro, a utilização do ambiente protegido tem como principal função proteger a cultura das baixas temperaturas, evitando danos nos períodos de floração e frutificação, e das chuvas que prejudicam a colheita, fatores que auxiliam a redução na incidência de doenças foliares e nos frutos (MARTÍN, 1989). Segundo Reisser Júnior et al. (2004), há uma resposta positiva por parte do morangueiro às inovações tecnológicas, correspondendo ao aumento de produtividade e qualidade, porém esses investimentos devem ser recomendados por técnicos ou especialista na cultura, pois a combinação entre fatores comerciais, genético, tecnológico, clima e solo determinam resultados distintos quanto ao sucesso e à rentabilidade do empreendimento.

Assim, para aumentar a eficiência do uso desse ambiente, torna-se necessário compreender as interações que ocorrem entre as plantas e os aspectos microclimáticos dentro do ambiente protegido. Os fatores que determinam a produtividade fotossintética em frutos são separados em internos (planta) e externos (ambiente). Os fatores internos dizem respeito à estrutura da folha, ao conteúdo de clorofila, à capacidade da planta em conduzir a água e ao ajuste osmótico. Os do ambiente referem-se à disponibilidade de luz; temperatura, sendo que esta pode influir na fotossíntese e na respiração; disponibilidade de água; e umidade relativa do ar (déficit de pressão de vapor), os quais conjuntamente influenciam a abertura estomática e o intercâmbio de CO_2 e, conseqüentemente, a fotossíntese. A seguir, relatam-se alguns exemplos do efeito do ambiente.

A temperatura no interior do ambiente protegido em relação ao ambiente externo será apresentada na Figura 1. Geralmente, nos horários das 14h às 15h, a temperatura no ambiente protegido atinge níveis muito elevados; e tal efeito pode ser minimizado com abertura lateral ou superior do ambiente ou com o uso de um sistema de ventilação. A utilização de telas de sombreamento também permite a redução da temperatura, dependendo da densidade dos fios, da espessura e da geometria. Com temperaturas extremamente altas pode ocorrer o fenômeno de desnaturação de proteínas, desorganização de paredes celulares e alterações de processos bioquímicos. Já para temperaturas excessivamente baixas, as reações bioquímicas tornam-se lentas, dispondo de pouca energia para os processos de translocação de açúcares, síntese de proteínas, formação da parede celular, entre outras.

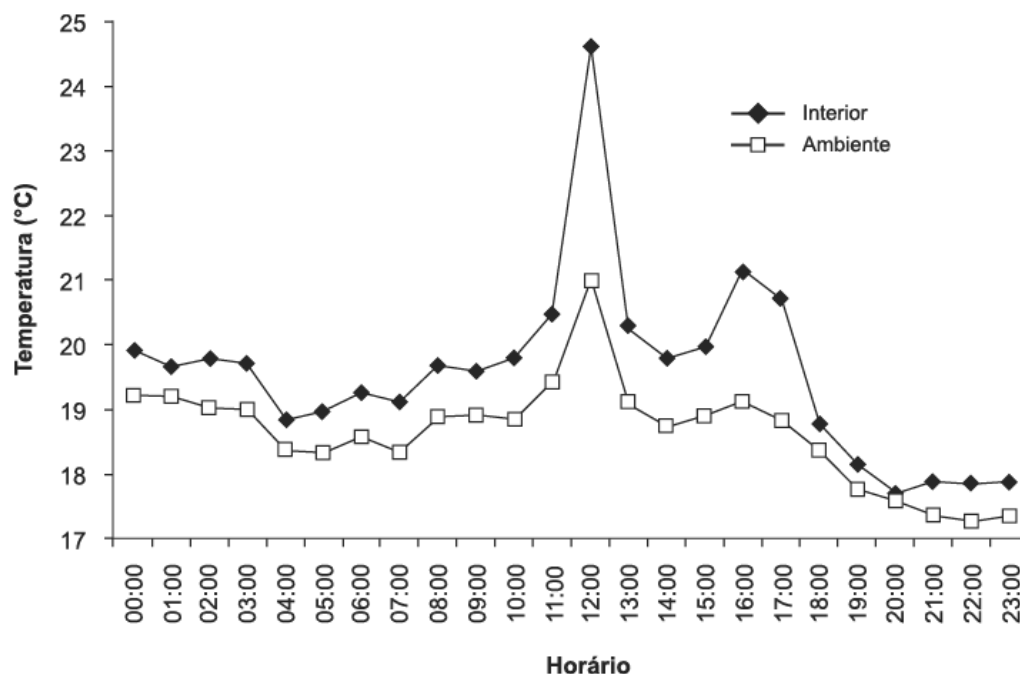


Figura 1. Temperatura relativa do ar no interior de uma estufa agrícola e no ambiente externo, em Passo Fundo, RS.

Muitos produtores têm utilizado telas coloridas e termorefletoras visando alterar o comprimento de onda e a quantidade de energia que chega às plantas, e ainda mostrar os efeitos na redução da temperatura no interior dos cultivos, proporcionando ganhos de produtividade. Na cultura do morangueiro, considerando as temperaturas máximas registradas durante o período de cultivo, constatou-se que a tela termorefletora (Figura 2) registrou as temperaturas menos elevadas quando comparada às telas azul, vermelha e ao ambiente externo. Já em temperaturas mais baixas, a tela termorefletora manteve a temperatura mais alta quando comparada às demais, mostrando-se com dupla função. As temperaturas mais baixas e as mais elevadas foram observadas no ambiente de cultivo (COSTA, 2008), mostrando que o uso de telas de sombreamento pode auxiliar no controle da temperatura do ar, e, assim, melhorar as condições para o desenvolvimento e a produtividade da planta em ambiente protegido.

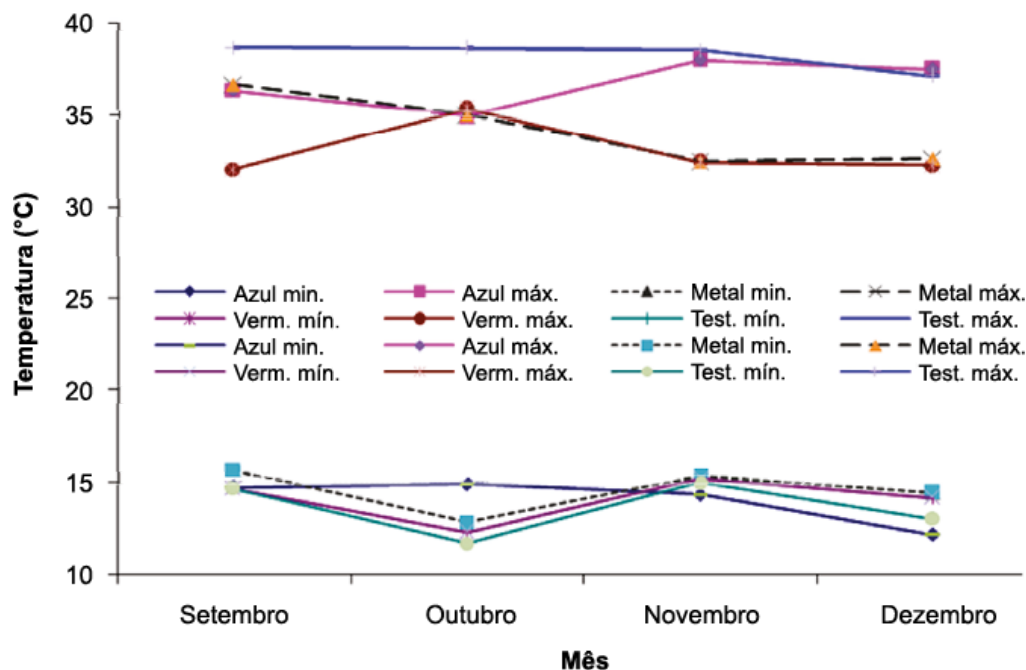


Figura 2. Temperaturas máximas e mínimas registradas nas diferentes telas de sombreamento, durante o período de cultivo de morangueiro, em Passo Fundo, RS.

Com relação à umidade relativa do ar, sabe-se que essa é o inverso da temperatura; portanto, durante o dia, a umidade dentro de uma estrutura coberta com plástico diminui em função do aumento da temperatura do ar (LEITE, 2009). Para esse autor, na cultura do morangueiro, quando a umidade relativa do ar cai durante o dia num primeiro momento, as plantas transpiram e respiram demais, consumindo a própria energia produzida pelo processo de fotossíntese. Em um segundo momento, a planta fecha os estômatos para não perder água. Nesse instante, ela para de absorver vários nutrientes como o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K), que só são absorvidos quando há transpiração. Além disso, com os estômatos fechados, o gás carbônico não entra, e cessa a fotossíntese, prejudicando a produção (LEITE, 2009).

Os altos valores da umidade podem favorecer o aparecimento de doenças fúngicas, como o mofo-cinza (*Botrytis cinerea*) e a antracnose (*Colletotrichum fragariae*); e, quando não há uma boa ventilação, ocorrem problemas de oídio (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*). O oídio tem

sido uma das principais doenças dentro de um ambiente protegido. O desenvolvimento dessa doença é favorecido por baixa incidência luminosa, folhas sem a presença de filme de água e temperaturas entre 15 °C e 27 °C. A temperatura ótima para a germinação de conídios de oídio é de 20 °C e, para a expansão da lesão, de 25 °C. Atualmente, as principais estratégias utilizadas no controle da doença têm sido o uso de mudas sadias, a eliminação de material vegetal com sintomas e o emprego de fungicidas durante o cultivo, com finalidade preventiva e/ou curativa.

Uma das medidas mais importantes para o controle da doença consiste na utilização de materiais genéticos resistentes ao patógeno. Brahm et al. (2005) testaram várias cultivares ainda em mudas, para observarem a variabilidade, e verificaram que 'Milsei-Tudla' é altamente resistente; 'Camara rosa', 'Aromas', 'Oso Grande', 'Sweet Charlie' e 'Campinas' medianamente resistentes; 'Dover' pouco resistente; e 'Bürkley', 'Vila Nova' e 'Santa Clara' altamente suscetíveis.

Os processos biológicos influenciados pela luz, tanto para animais quanto para vegetais, ocorre na faixa do espectro visível, que varia de 400 nm a 760 nm. A intensidade e a qualidade da luz também são importantes para a produção do morangueiro. Segundo Kirschbaum (1998), a produção de flores e frutos pode ser melhorada com intensidade de luz entre $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e $450 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa (PAR). Para ilustrar a intensidade da PAR dentro de um ambiente protegido coberto com filme de polietileno de baixa densidade de 150 μ e anti-UV, com 12 meses de utilização, apresentamos dois gráficos com monitoramento em diferentes datas e condições de dia ensolarado (21/9/2009) com nublado (10/9/2009) na Figura 3A, e ensolarado (20/10/2009) com parcialmente nublado (26/10/2009) na Figura 3B. Constata-se que a radiação PAR somente às 8h da manhã dos dias ensolarados não está dentro do índice indicado para a cultura do morangueiro. Já em dia nublado, permanece praticamente insuficiente, durante todo o dia.

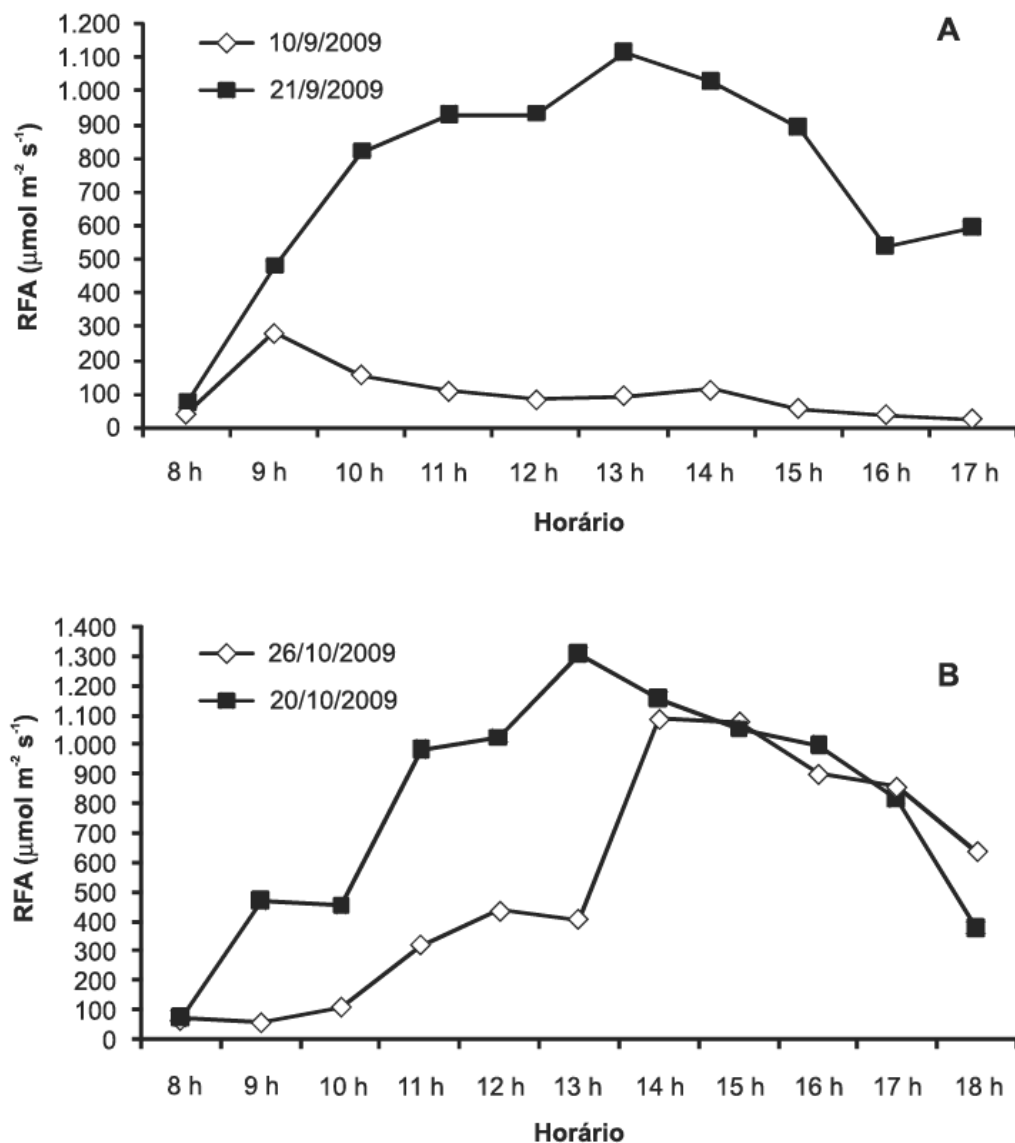


Figura 3. Monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em dia ensolarado (21/9/2009) com nublado (10/9/2009) (A), e ensolarado (20/10/2009) com parcialmente nublado (26/10/2009) (B), em Passo Fundo, RS.

Características morfológicas, climáticas e fenológicas

Características da cultura

O morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) pertence à família das Rosaceae. Sua espécie foi originada pela hibridação interespecífica de duas espécies: *Fragaria virginiana* e *F. chiloense*. Caracterizado como planta herbácea, rasteira, seu sistema radicular apresenta raízes fasciculadas e superficiais. Essas apresentam aspecto fibroso e surgem na coroa, parte da planta que se situa acima do solo, na base de cada folha nova (BRAZANTI, 1989). A coroa apresenta um tecido condutor periférico em espiral nos dois sentidos unindo as folhas. Essas originam-se na base da coroa. As folhas são compostas de três folíolos.

Algumas cultivares podem apresentar quatro ou cinco folíolos. Esses folíolos apresentam grande número de estômatos, de 300 estômatos mm^{-2} a 400 estômatos mm^{-2} (BRAZANTI, 1989). Essa anatomia torna o morangueiro sensível à falta de água, baixa umidade relativa do ar e a elevadas temperaturas (BRAZANTI, 1989; SANHUEZA et al., 2005). De acordo com Brazanti (1989), cada folha é capaz de transpirar 25 mL por dia de água.

O caule apresenta-se como um rizoma estolhoso, cilíndrico e retorcido com entrenós curtos. No morangueiro, as inflorescências possuem número variável de flores, que se formam a partir das gemas existentes nas axilas das folhas. Nas gemas terminais, surgem as inflorescências, folhas e os estolhos. Os estolhões, ou estolhos, desenvolvem-se a partir das gemas basais e crescem sobre a superfície do solo, com capacidade de emitir raízes e originar novas plantas. As flores são geralmente hermafroditas, pseudo-hermafroditas ou imperfeitas (unissexuais). A primeira flor normalmente origina o primeiro fruto, em geral o mais desenvolvido da planta. A ramificação da inflorescência pode ser basal, resultando em mais de um talo de flor aparente, originando uma flor terminal acompanhada por flores secundárias e terciárias (BRAZANTI, 1989). Os frutos desenvolvem-se a partir de carpelos soltos de uma mesma flor, possuindo eixo do receptáculo carnososucoso, vermelho, frutíolos drupóides, afundados no receptáculo denominados frutos múltiplos (BARROSO et al., 1999).

Quanto à necessidade de clima, a cultura do morangueiro tem ampla adaptabilidade a diversas latitudes. No comportamento fisiológico do morangueiro, existe uma correlação entre temperatura e fotoperíodo. A medida que a temperatura e o fotoperíodo decrescem, a atividade fisiológica da planta diminui até que esta entre em dormência, que só é quebrada quando é atingido um determinado número de horas de frio abaixo de 7,2 °C. Em geral, as exigências vão de 380 a 700 horas acumuladas de temperatura entre 2 °C e 7 °C (VERDIAL, 2004). Por outro lado, quando a temperatura e o fotoperíodo aumentam, a planta cessa a floração e apenas se reproduz vegetativamente.

O desenvolvimento floral ocorre quando as plantas são submetidas a temperaturas de 8 °C durante a noite a 15 °C durante o dia. Entretanto, em temperaturas superiores a 25 °C, inibem a floração; e, superiores a 32 °C, produzem abortos florais; ou ainda, em temperaturas entre -3 °C e -5 °C, provocam o congelamento da planta. Temperaturas ao redor de 18 °C a 24 °C favorecem a frutificação (RONQUE, 1998). As cultivares que apresentam esse comportamento são chamadas de cultivares de dias curtos (SANTOS, 1999). Nessa situação, quando os dias tornam-se mais curtos (no outono), as plantas começam a formar flores; durante dias longos (fim da primavera e verão), formam-se estolhos. A maioria das cultivares atualmente utilizadas no Brasil caracterizam-se como plantas de dias curtos. Essas florescem quando o comprimento do dia torna-se menor que 14 horas de luz, e as temperaturas inferiores a 15 °C; enquanto nos dias com fotoperíodo superior a 14 horas de luz e com temperaturas superiores a 15 °C, ocorre a emissão dos estolhos.

Entretanto, existem cultivares que florescem e produzem frutos independentes do fotoperíodo, denominado de cultivar de dia neutro. Nesses casos, a floração só cessa com as temperaturas iguais ou abaixo de 10 °C ou acima de 28 °C. A vantagem desses germoplasmas é a produção de frutos em plena entressafra (verão), quando cultivados em regiões de verões amenos (SANTOS, 1999).

Fenologia

A fenologia contribui para o entendimento da regeneração e reprodução das plantas, da organização temporal dos recursos dentro das comunidades, das interações planta-animal e da evolução da história de vida dos animais que dependem de plantas para alimentação, como herbívoros, polinizadores e dispersores (LIEBSCH; MIKICH, 2009).

Os fatores que influenciam a duração dos estádios fenológicos podem ser divididos em duas categorias: bióticos e abióticos. Os fatores bióticos incluem adaptações morfológicas e fisiológicas, além da interação com polinizadores e dispersores. Entre os fatores abióticos, a precipitação, a temperatura e o comprimento do dia são considerados os mais importantes.

O conhecimento da fenologia das cultivares é importante para definir a época de plantio, o escalonamento da produção, o manejo da cultura, bem como para programas de melhoramento genético. Ainda que existam informações sobre a fenologia das fases vegetativa, da floração e maturação dos frutos do morangueiro, é recomendável identificar o seu desempenho no local do cultivo.

Alguns trabalhos em Passo Fundo já foram conduzidos com as cultivares Dover, Tudla, Comander, Oso Grande, Campinas, Chandler, Serrano e Camarosa, para estimar o início de floração e da colheita, em duas épocas de transplante das mudas, 28 de abril e 13 de maio. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 2. A cultivar Dover apresenta-se como mais precoce entre as estudadas; 'Tudla' e 'Chandler' levam mais tempo para florescer; e 'Campinas' é a que demora mais para o início da colheita.

Tabela 2. Dias transcorridos do plantio, em duas épocas, início da floração, início e final da colheita, de oito cultivares de morangueiro, em ambiente protegido, na região de Passo Fundo, RS.

Cultivar	Dias transcorridos do plantio (2 épocas)					
	Início da floração (Dia após o plantio)		Início da colheita (Dia após o plantio)		Final da colheita (Dia após o plantio)	
	28/abril	13/maio	28/abril	13/maio	28/abril	13/maio
Dover	38 (-)	41 (-)	61 (-)	62	237	222
Camarosa	41	44	67	62	237	222
Comander	47	46	61 (-)	68	237	222
Oso Grande	46	48 (+)	67	77 (+)	237	222
Campinas	49	47	78 (+)	81 (+)	222 (-)	207 (-)
Serrano	42	46	67	68	237	222
Chandler	52 (+)	48 (+)	78 (+)	62	237	222
Tudla	54 (+)	45	67	62	237	222
Desvio padrão da média	46,1± 5,5	45,6 ± 2,3	68,3 ± 6,6	67,8 ± 7,5	235,1 ± 5,3	220,1 ± 5,3

(-) precoces, (+) tardias.

Em 2009, foi conduzido um experimento com as cultivares Earlibrite, Festival e Caminho Real, oriundas de mudas produzidas em viveiros localizados na Argentina. A fenologia dessas cultivares encontram-se na Figura 4. A 'Earlibrite' apresentou-se mais tardia que a 'Festival' e a 'Camino Real', pois aos $67 \pm 2,5$ DAP iniciou a emissão dos botões florais ;enquanto a 'Festival' e a 'Camino Real' aos 61 dias após o plantio (DAP) (Figura 4). A cultivar Camino Real foi a primeira a iniciar a floração aos $70 \pm 8,8$ DAP, demonstrando ser mais precoce. 'Festival', embora semelhante à 'Camino Real' quanto ao crescimento vegetativo, iniciou a floração mais tarde.

O experimento conduzido com cultivares oriundas de mudas chilenas ('Aromas', 'Albion', 'Camarosa', 'Camino Real' e 'Ventana'), verificou-se que 'Albion', 'Camarosa' e 'Ventana' foram mais precoces que as demais

cultivares (Figura 4), pois iniciaram a floração aos 63 DAP com desvio padrão de $\pm 2,3$, $2,0$ e $5,8$, respectivamente. As cultivares Aromas e Camino Real floresceram aos 71 dias, apresentando $\pm 3,4$ desvio padrão da média. ‘Aromas’ e ‘Camino Real’ caracterizaram-se como tardias, pois a colheita iniciou 10 dias após ‘Camarosa’ e ‘Albion’ e 6 dias após ‘Ventana’ (Figura 4).

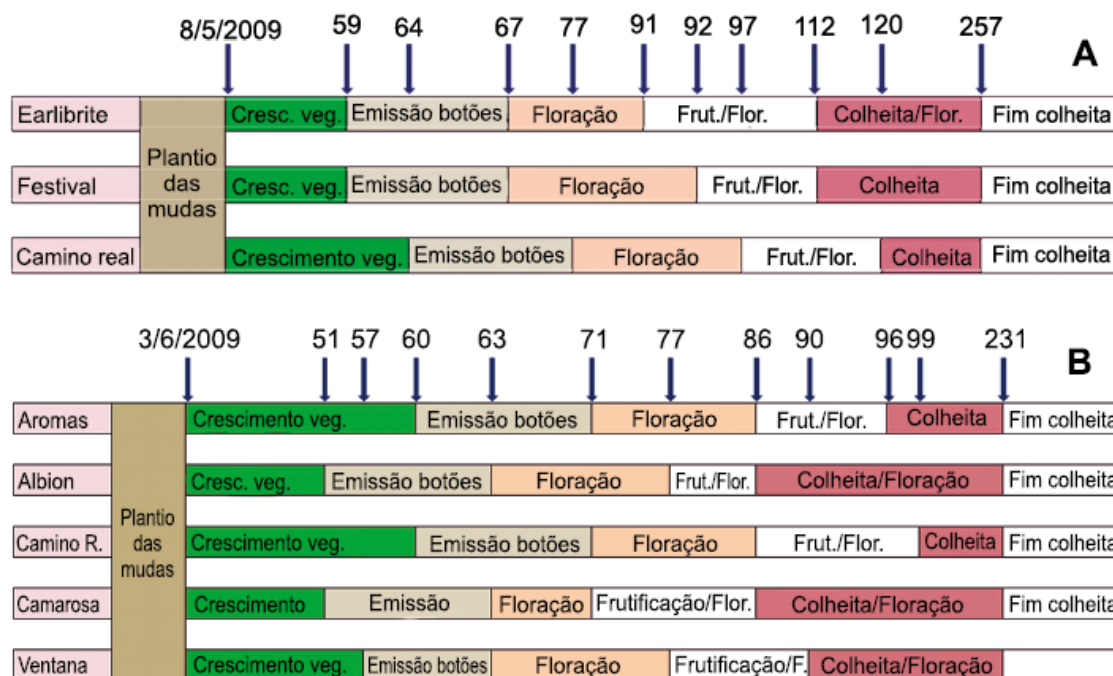


Figura 4. Estádio fenológico das cultivares de morangueiro multiplicadas em viveiros na Argentina (A) e no Chile (B), desde o plantio das mudas até o final da colheita em dias após o plantio (DAP), na região de Passo Fundo, RS.

As principais variáveis que controlam a fenologia de um cultivo são data de semeadura, duração do dia, temperatura e umidade relativa do ar, componente genético e manejo da planta. Além desses parâmetros, outros fatores como nutrição mineral, ataque de pragas e doenças e suprimento de água podem, da mesma forma, afetar o florescimento nas diferentes cultivares de morangueiro, em virtude da sensibilidade desses genótipos a esses diferentes fatores.

Para haver maior conhecimento das respostas da planta à fenologia, é importante considerar os dados da soma térmica do local, expressa em graus-dia, referindo-se à diferença entre o acúmulo da temperatura média diária e a temperatura-base, acima da qual a planta consegue realizar suas funções fisiológicas. Para a cultura do morangueiro, estima-se que a temperatura base é de 7 °C. 'Dover' tem se mostrado precoce, considerando o início do florescimento e da frutificação (Tabela 3).

Tabela 3. Fenologia de quatro cultivares de morangueiro, cultivadas em ambiente protegido, em Passo Fundo, RS.

Cultivar	Início floração/ Σ térmica		Início frutificação/ Σ térmica		Início colheita/ Σ térmica		Término colheita/ Σ térmica	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Dover	44 ⁽¹⁾ /493 ⁽²⁾	36/162	87/921	75/419	98/1.007	83/442	232/3.037	224/2.294
Chandler	56/622	45/236	98/1.007	98/518	102/1.045	104/577	232/3.037	224/2.294
O. Grande	56/622	47/259	93/978	98/518	102/1.045	104/577	232/3.037	224/2.294
Tudla	56/622	44/224	98/1.007	98/518	102/1.045	104/577	232/3.037	224/2.294

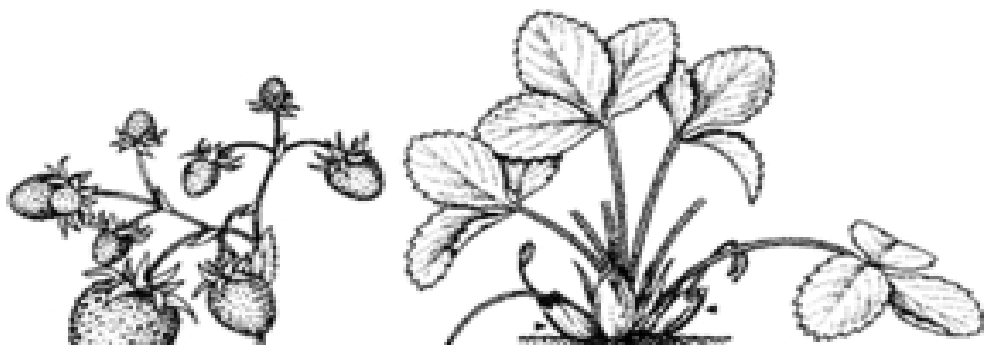
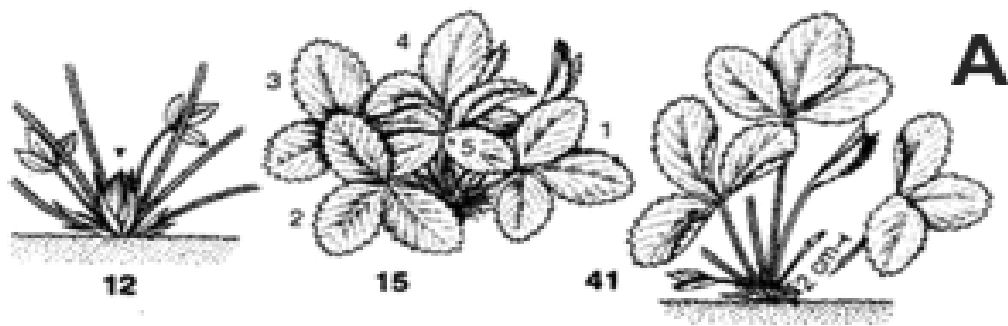
⁽¹⁾ Dias após o transplante.

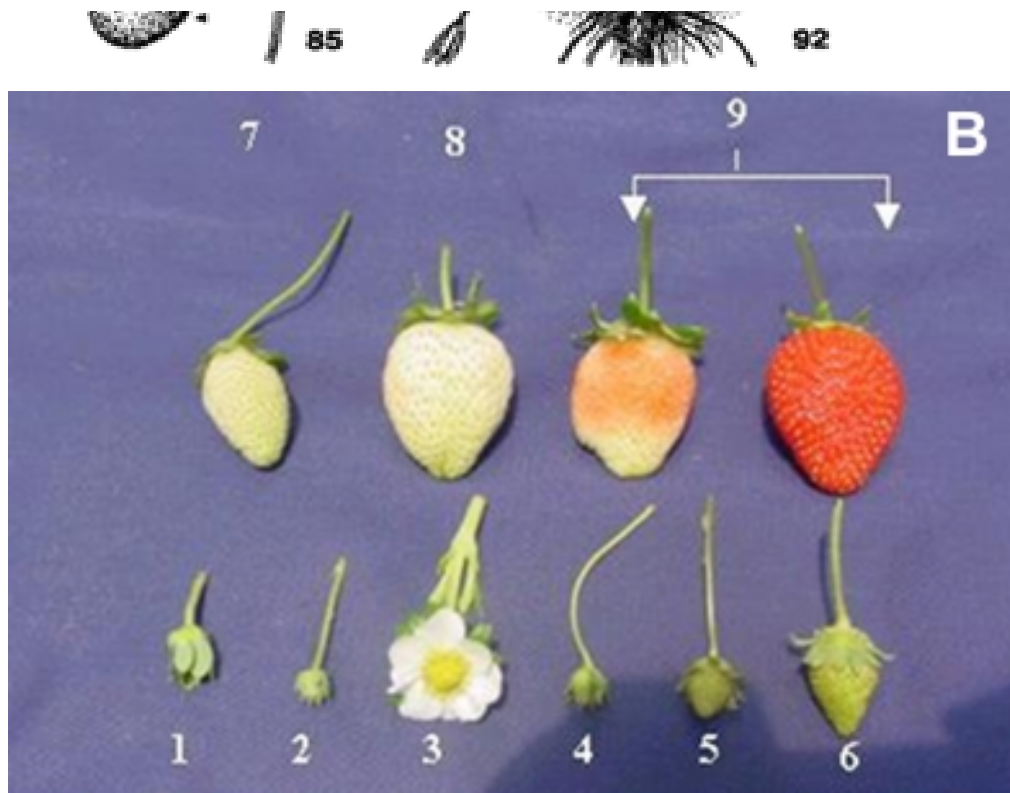
⁽²⁾ Soma térmica em graus-dia.

Bueno et al. (2002) também observaram precocidade, quando estudaram o florescimento de 17 cultivares de morangueiro em São Bento de Sapucaí, SP. Nesse estudo, os autores realizaram uma classificação em grupos, referente ao início do florescimento, em que a cultivar Dover foi classificada no grupo I, dos mais precoces (60 a 64 dias), cultivar Oso Grande no grupo II (65 a 70 dias) e a cultivar Chandler no grupo III (> 70 dias até o início do florescimento).

Segundo Meier (2001), o morangueiro apresenta nove estádios fenológicos durante todo o seu ciclo (Figura 5A). Antunes et al. (2006)

estudaram a fenologia em morangueiro e concluíram também haver nove estádios fenológicos nas cultivares Chandler, Dover, Oso Grande e Tudla, conforme observa-se na Figura 5B.





Estádios fenológicos: 1 = aparecimento do botão floral; 2 = aparecimento das pétalas (estádio de balão); 3 = flores completamente abertas; 4 = pétalas secam e caem; 5 = formação do fruto; 6 = aumento do tamanho do fruto; 7 = fruto com percepção das sementes no receptáculo; 8 = começo da maturação, maioria dos frutos brancos; 9 = frutos maduros com 75 % a 100 % da superfície vermelha.

Figura 5. Alguns estádios fenológicos do morangueiro (A); e estádios fenológicos (1 a 9) da floração e maturação dos frutos de cultivares de morangueiro em Passo Fundo, RS (B).

Fonte: Meier (2001) (A).

Foto: Hélio Carlos Rocha.

A fase da antese (Tabela 4), caracterizada no estágio três, teve a duração média de 4,5 dias. Esse estágio foi caracterizado pelas flores completamente abertas. Durante esse estágio ocorre a polinização, em razão de os estigmas estarem receptivos para aceitar o grão de pólen de outra flor. O estágio quatro foi o mais longo para as cultivares. Oso Grande, Tudla e Chandler. Nessa fase, as pétalas secaram e caíram independentes se as flores estavam ou não polinizadas. Para a cultivar Dover, as fases quatro e

seis, em que ocorre o alongamento celular permitindo o aumento do tamanho do fruto, foram as mais prolongadas.

Tabela 4. Duração (dias) dos nove estádios fenológicos durante a floração, frutificação e maturação dos frutos de quatro cultivares de morangueiro, em Passo Fundo, RS.

Estádio fenológico	Duração (dias)			
	Oso Grande	Tudla	Chandler	Dover
1	4,4Ab	3,4Ab	5,2Aab	3,0Ab
2	1,8Ab	2,0Ab	1,6Ab	1,8Ab
3	3,0Ab	5,8Ab	5,0Aab	4,4Aab
4	17,4Aa	10,0Ba	8,4Ba	9,2Ba
5	2,4Ab	5,2ab	3,6Aab	5,4Aab
6	2,2Bb	3,4Bb	5,6ABab	9,2Aa
7	3,4Ab	2,6Ab	3,4Ab	2,0Ab
8	2,2Ab	1,6Ab	2,2Ab	1,4Ab
9	3,2Ab	2,8Ab	2,8Ab	2,4Ab

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Já para um trabalho de diferenciação de cultivares, os caracteres morfológicos que se mostraram úteis em trabalho realizado por Queiroz-Voltan et al. (1996) foram tipo de planta, número de folíolos, coloração da folha, razão entre o comprimento e a largura dos folíolos medianos, ângulo da base do limbo do folíolo mediano, comprimento das estípulas, posição das flores primárias, razão entre o comprimento e a largura das pétalas, receptáculo do ovário, posição do cálice, forma, comprimento, largura e base das infrutescências e espaços vazios no interior das infrutescências (Figura 6).

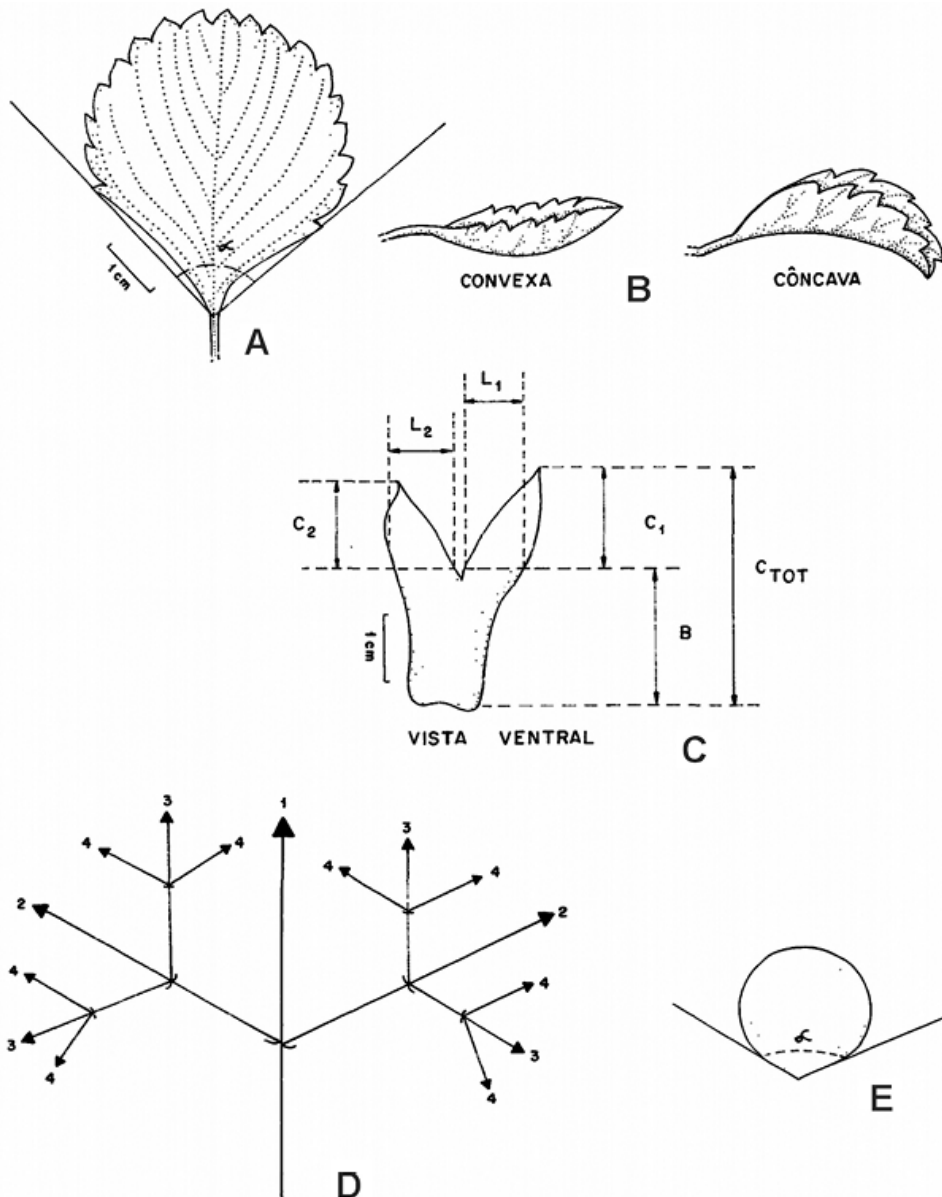


Figura 6. Esquemas: folíolo mediano para obtenção do ângulo de base (A); curvatura do folíolo mediano (B); estípula (C); inflorescência (D); pétala para obtenção do ângulo base (E).

Fonte: Queiroz-Voltan et al. (1996).

Filocrono

O conceito de filocrono é definido como o intervalo de tempo entre a emissão de folhas sucessivas na planta (FRANK; BAUER, 1995; HERMES

et al., 2001; KLEPPER et al., 1982), sendo outra forma de caracterizar a adaptação, o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Sua taxa afeta a evolução do índice de área foliar (IAF), o qual é responsável pela interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (STRECK et al., 2009). Agregando-se à taxa de emissão de folhas, tem-se o número de folhas acumuladas (NF) em uma haste ou planta, o qual é uma excelente medida de tempo biológico e está associado à época de ocorrência de diversos estádios de desenvolvimento. Portanto, a emissão de folhas é um importante componente em modelos de simulação do crescimento e da produtividade de culturas agrícolas (STRECK et al., 2003).

A unidade de tempo em dias não é a mais apropriada para ser utilizada para determinar o crescimento e desenvolvimento vegetal, pois não leva em consideração a temperatura do ar. Consequentemente, uma medida de tempo mais correta para determinar o crescimento e o desenvolvimento das plantas é a soma térmica como medida de tempo, o filocrono corresponde ao número de graus-dia ($^{\circ}\text{C dia}^{-1} \text{ folha}^{-1}$) necessário para o aparecimento de uma folha (STRECK et al., 2005).

O filocrono no morangueiro pode variar conforme a cultivar, como em trabalhos realizados por Mendonça et al. (2010), com cultivares oriundas da Argentina. Na relação entre o número de folhas e a soma térmica acumulada (STa), houve diferença entre as cultivares oriundas da Argentina (Figura 7). Mudanças oriundas da Argentina apresentaram relação linear entre o número de folhas acumuladas e a soma térmica para os três genótipos, com elevado coeficiente de determinação (R^2 de 99%). Esse fato mostra que a temperatura do ar foi um dos fatores decisivos para a emissão das folhas nas cultivares de morangueiro, concordando com Pivetta et al. (2007) e Rosa (2010), para as culturas de tomateiro e morangueiro, respectivamente. Quando o ciclo da cultura ocorre na época recomendada para seu cultivo, geralmente a resposta é linear na relação da emissão de folhas com a temperatura do ar (STRECK et al., 2005).

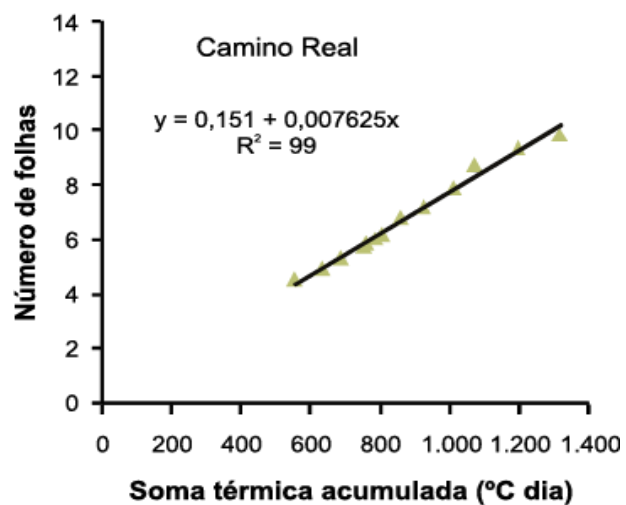
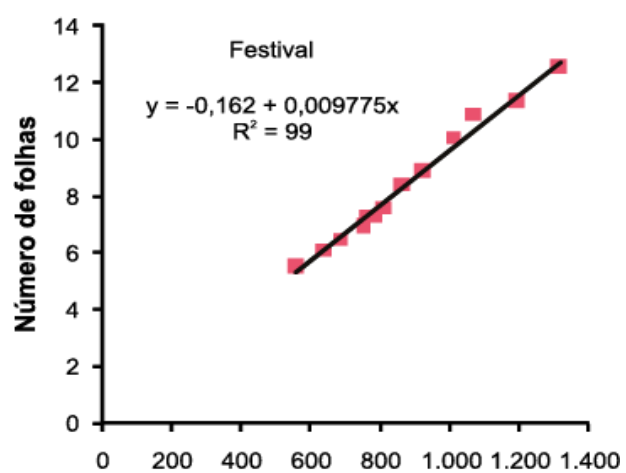
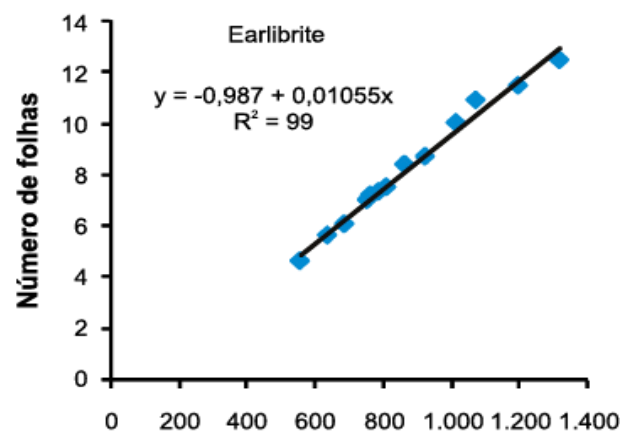


Figura 7. Filocrono de três cultivares de morangueiro de mudas oriundas de viveiros localizados na Argentina, em Passo Fundo, RS.

Verificando as médias e desvio padrão, observa-se que, para a cultivar Earlibrite, há necessidade de $100,1\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1} \pm 26,74\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1}$, enquanto 'Festival' necessita de $106,9\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1} \pm 24,33\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1}$, e 'Camino Real' $138,2\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1} \pm 34,45\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1}$.

Para as cultivares de morangueiro oriundas do Chile, houve diferenças significativas ($p = 0,038$) entre 'Albion' e 'Ventana', porém essas não diferiram de 'Camarosa', 'Camino Real' e 'Aromas' (Figura 8). Da mesma forma houve influência da temperatura do ambiente, representada pela linearidade entre o número de folhas e a soma térmica acumulada. 'Albion' necessitou de maior acúmulo de graus dia para emitir uma folha ($199,96\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1}$), apresentando-se mais tardia do que 'Ventana', e esta última mais precoce, necessitando de $85,75\text{ }^{\circ}\text{C dia}^{-1}\text{ folha}^{-1}$.

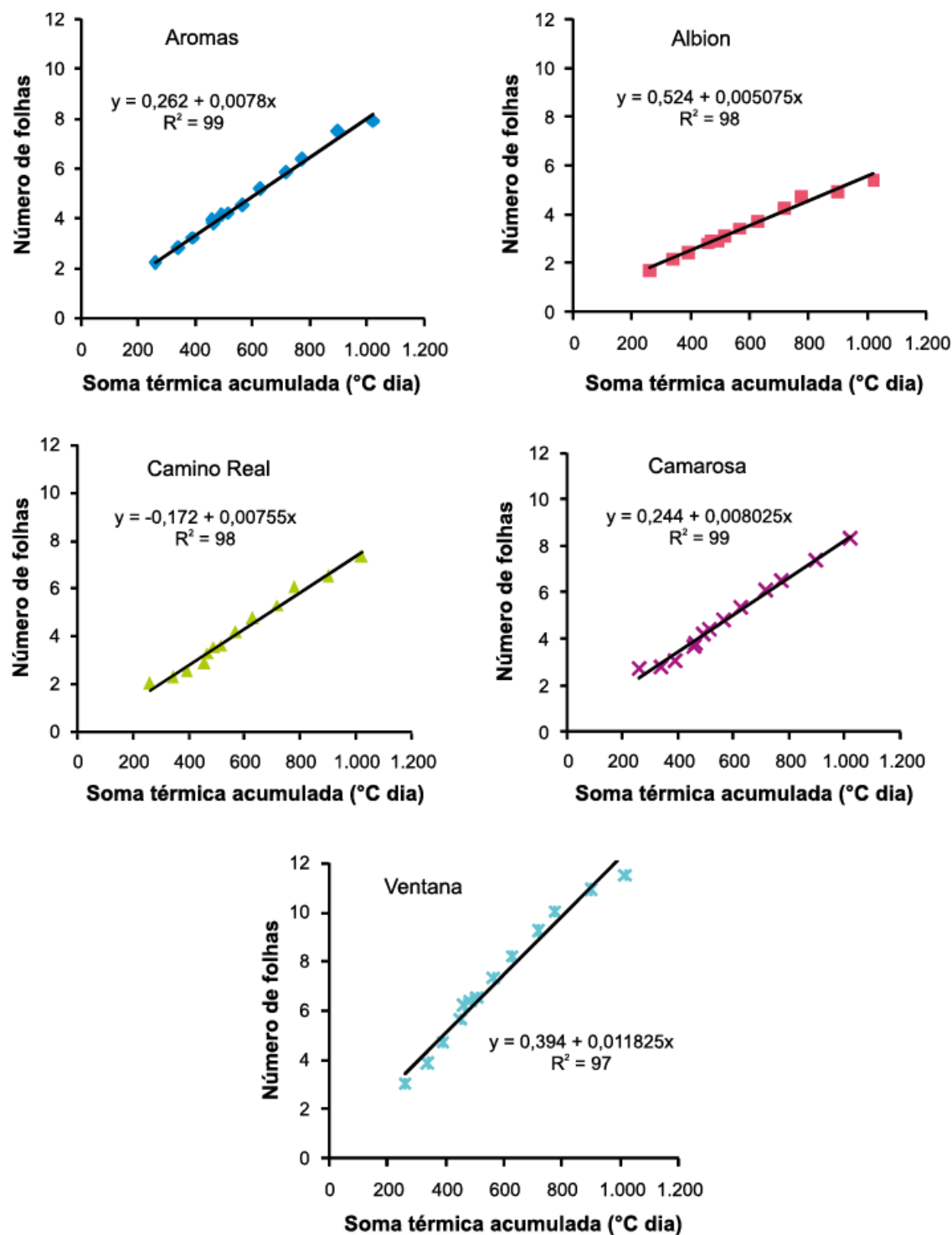


Figura 8. Filocrono de três cultivares de morangueiro de mudas oriundas de viveiros localizados no Chile, em Passo Fundo, RS.

Também com a cultura de morangueiro, apenas com outras cultivares, foi realizado trabalho com filocrono entre os clones Arazá (precoce) e Yvaipitã (tardio). Outro fator a ser considerado são datas de plantio. Os autores Walter et al. (2009), em trabalho realizado em Santa Maria, RS, nas seguintes épocas, 3/4/2008, 7/5/2008 e 2/6/2008, concluíram que essas datas de plantio também têm efeito em morangueiro, aumentando o filocrono à medida que a temperatura diminui. Na realidade existem muito poucos estudos demonstrando a emissão do número de folhas em função do tempo.

Polinização

A polinização é um fenômeno natural que permite a reprodução das plantas através da transferência de grãos de pólen da antera para o estigma da flor. Quando as estruturas reprodutivas estão presentes na mesma flor, pode ocorrer a autopolinização e a autofecundação; no entanto, a autopolinização não é o fenômeno mais comum (FREE, 1993). Há uma tendência das plantas desenvolverem mecanismos que facilitem a polinização e a fecundação cruzada, ou seja, a transferência de grãos de pólen de flores de uma planta para o estigma de outras flores, em plantas da mesma espécie. Dentre os mecanismos que impedem a autofecundação, pode ocorrer a separação dos órgãos reprodutivos masculinos e femininos em flores das diferentes plantas, além das barreiras físicas ou fisiológicas que impedem o contato dos grãos de pólen da flor com seu estigma (HUERTAS; SILVEIRA, 1983).

No morangueiro, o fruto é resultante do desenvolvimento do receptáculo da flor. Sem a fertilização do óvulo contido nos pistilos, não há o crescimento do morango (MALAGODI-BRAGA, 2002). No morangueiro, as primeiras flores, por possuírem um maior número de óvulos, produzem os morangos maiores, de maior valor comercial. Ainda devemos considerar que o morangueiro apresenta capacidade de produzir flores com diferentes

potenciais de frutificação em função do número de pistilos (NITSCH, 1950). Essas flores, conhecidas como primárias, normalmente dependem mais dos insetos para serem completamente polinizadas (CHAGNON et al., 1989).

A fertilização incompleta ou de apenas parte dos óvulos resulta em morangos com diferentes graus de deformação, enquanto as flores completamente fertilizadas produzem frutos perfeitos, de bom tamanho e de maturação precoce, sendo o seu peso aproximadamente proporcional ao número de óvulos fecundados (CHAGNON et al., 1989). Em ambiente protegido, a frequência de agentes polinizadores é menor, o que dificulta a formação de frutos perfeitos, ou seja, sem deformidades devido à má polinização (BRAZANTI, 1989).

Em vista disso, a polinização entomófila torna-se de fundamental importância na produção de frutos e sementes do morangueiro e de várias espécies vegetais nesse ambiente. Um estudo sobre os agentes polinizadores do morangueiro, por Malagodi-Braga (2002), revela que as flores das cultivares Sweet Charlie e Oso Grande necessitam de polinizador para a produção de frutos sem deformação, pois a morfologia de suas flores e o amadurecimento de suas estruturas reprodutivas não favorecem a ocorrência da autopolinização, nem a distribuição homogênea do pólen pelos estigmas da flor, resultando em frutos deformados que não alcançam o seu potencial máximo de desenvolvimento.

As abelhas (*Apis mellifera* L.) e os grandes dípteros são os que mais visitam as flores. Quando se pratica a monocultura ou a lavoura for distante de sítios de polinizadores naturais, é recomendável aumentar a densidade de polinizadores. Contudo, essas abelhas só podem auxiliar na polinização se as colmeias estiverem próximas ao cultivo de morangueiro, uma vez que as flores não são atrativas a esses insetos (MALAGODI-BRAGA, 2002). Segundo esses autores, recomenda-se a polinização por saturação, aumentando a densidade de abelhas *Apis mellifera* para que haja de 16 a 25 visitas por flor. Entretanto, existe um efeito complementar pela ação conjunta dessa espécie e das abelhas silvestres de pequeno porte. Esse

efeito diz respeito à região da flor que essas abelhas visitam. Enquanto as abelhas *Apis* visitam a região apical, as silvestres se detêm na região basal.

Pesquisadores verificaram que flores visitadas por abelhas de diferentes espécies, que apresentavam comportamentos diferentes em sua visitação, produziram frutos sem qualquer deformação, demonstrando um efeito de complementaridade na polinização da cultivar estudada. Para Malagodi-Braga e Kleinert (2007), uma maior variedade de espécies de abelhas como visitantes da cultura do morango garante um rendimento maior na polinização das suas flores e, conseqüentemente, uma maior produtividade.

Utilizando as cultivares Camarosa, Oso Grande, Diamante e Aromas, Calvete et al. (2010) realizaram experimento com a presença e ausência da *Apis mellifera* em ambiente protegido, e verificaram que para a cultivar Camarosa é indicado utilizar *A. mellifera* como agente polinizador, resultando mais frutos comercializáveis, melhoria da polinização e redução do número e da porcentagem de frutos deformados. Já para o cultivo de morangueiro em ambientes protegidos visando maior produção de frutos total, sem a utilização de insetos polinizadores, recomenda-se as cultivares Oso Grande, Diamante e Aromas.

Com relação às avaliações direcionadas para *A. mellifera*, verificou-se que na área de cria houve diminuição na quantidade de ovos, após a retirada final dos núcleos da estufa. Esse fato deve-se às variações de temperatura que ocorrem no ambiente interno da estufa (5  C a 38  C), durante o cultivo do morangueiro. Provavelmente, a manutenção da temperatura da cria ao redor de 32  C não foi mantida em função do número reduzido de abelhas adultas, para essa tarefa. Isso porque, nas primeiras horas da manhã, as temperaturas de uma estufa agrícola são muito baixas, ocorrendo médias de temperaturas mínimas entre 1  C e 3  C superiores às do ambiente externo (BURIOL et al., 1993), em dias muito frios sem nuvens. Durante o dia, entretanto, a temperatura do ar é sempre maior do que a céu aberto, devido à diminuição das perdas de energia por radiação infravermelha (CALVETE; TESSARO, 2008). Verifica-se que o manejo da *A. mellifera* em ambiente protegido é prejudicial às abelhas, em função das

variações térmicas. Resultados semelhantes também foram obtidos utilizando a Jataí como polinizadora de cultivares de morangueiro (ANTUNES et al., 2007).

Com respeito às visitas de *A. mellifera* realizadas nas flores das quatro cultivares e, também, à temperatura do ambiente (Figura 9A) ao longo do dia, observa-se que o maior número ocorreu ao redor das 12 horas, em que cada abelha visitou em média 1,6 flores por planta em ‘Camarosa’ e ‘Aromas’; em ‘Diamante’ e ‘Oso Grande’, esse número foi respectivamente, 1,3 e 1,1. O número de visitas é inferior ao obtido pelo pesquisador Medina (2003), cerca de 2,13 flores por planta no morangueiro em ambiente protegido. Um dos aspectos que deve ser levado em consideração no trabalho realizado em Passo Fundo é a temperatura do ambiente elevada (33 °C) nas horas de maior visitação.

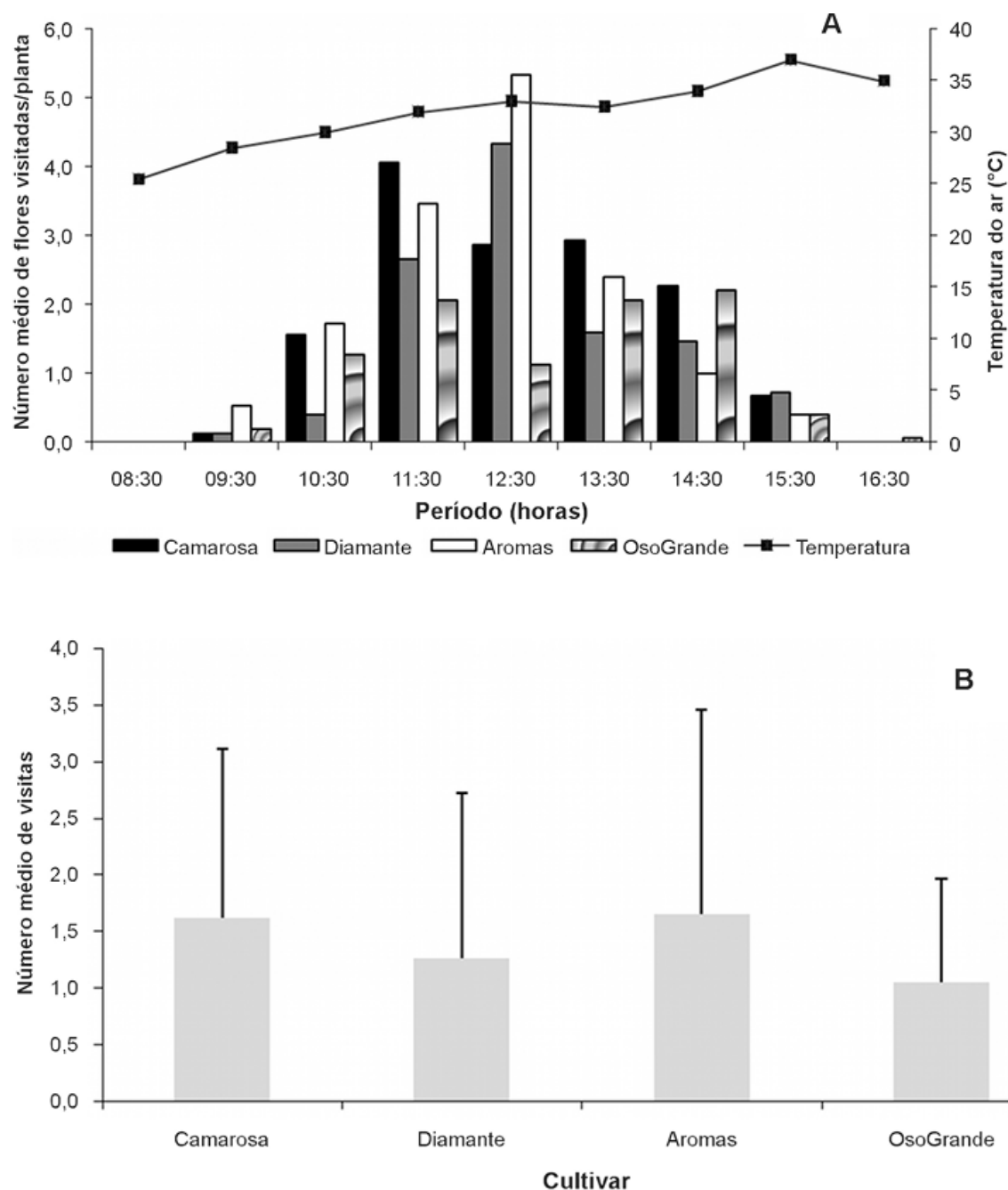


Figura 9. Número médio de flores visitadas por *Apis mellifera* no período das 8h30 às 16h30 e temperatura do ar (A); número médio de visitas ($\pm$ d.p.) em quatro cultivares de morangueiro no período das 8h30 às 16h30 (B).

De acordo com Medina (2003), em trabalho realizado em Huelva, Espanha, a temperatura ótima para *A. mellifera* e *Bombus terrestris* situa-se entre 20 °C e 25 °C. Cabe ressaltar que o manejo das abelhas em estufas

agrícolas é um procedimento delicado, em virtude da grande variação de temperatura que ocorre nesse ambiente ao longo do dia. Na Figura 9B, verifica-se que todas as cultivares receberam igual número de visitas pelas abelhas e, entretanto, observou-se variação entre elas em relação à deformação de frutos total por planta. As cultivares Camarosa (11,6%) e Oso Grande (10,16 %) obtiveram menor porcentagem do que 'Diamante' (19,51%) e 'Aromas' (17,04%). Esses dados nos mostram que além dos fatores temperatura e umidade relativa do ar, importantes para a visita dos polinizadores às flores, outros, como os citados por Medina (2003), estão relacionados com frutos mal formados, como a deficiência ou a má absorção do nutriente boro, falta de viabilidade do pólen, características da cultivar, entre outras.

Outros insetos polinizadores são os da ordem *Hymenoptera*, tribo *Meliponini*, conhecidos como abelhas indígenas sem ferrão. Nessa tribo, encontram-se a jataí (*Tetragonisca angustula*) e outras várias centenas de espécies em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, as espécies mais conhecidas são a jataí, a mandaçaia e a irapuá. Todas essas espécies são eussociais, embora algumas espécies roubem alimentos de outras para o seu sustento. São considerados eficientes agentes polinizadores sendo geralmente pouco agressivas ao homem e de fácil domesticação (NOGUEIRA-NETO, 1997). Além disso, algumas espécies são altamente adaptadas a habitats perturbados, como áreas urbanas (HEARD, 1999).

Uma característica marcante das espécies de abelhas sem ferrão é apresentar a entrada do ninho construída com cerume. Em geral, ao redor da entrada, ficam várias abelhas sentinelas, que são operárias na função de guardas. Os ninhos de jataí são comuns em caixas de medidores de consumo de energia, em ocos de muros, portões e árvores. A jataí produz um mel menos viscoso do que o de *Apis* e é considerado, por muitas pessoas, como medicinal (SCIPIONE, 2010).

Uma pesquisa desenvolvida na Universidade de São Paulo por Malagodi-Braga (2002) mostrou que a abelha jataí se adaptou bem às condições da

cultura de morangueiro dentro de uma estufa plástica, assim como à quantidade limitada de alimento a qual ela foi submetida. Nesse trabalho, houve aumento significativo da quantidade de frutos adequados à comercialização. As flores visitadas por essa abelha originaram morangos bem formados. Na presença da jataí, o número de frutos deformados caiu de 85% para 5%. Em outros trabalhos foi verificada uma diminuição de até 70% da má formação de frutos.

Para que os insetos sejam um potencial polinizador na cultura do morangueiro é evidente a necessidade da seleção de cultivares que tenham maior volume e concentração de açúcar no néctar, sendo necessário também que o melhoramento seja direcionado no sentido de que as cultivares tenham os nectários e anteras mais abundantes e acessíveis ao inseto polinizador. Em trabalhos de identificação da presença de insetos, as dos gêneros *Apis* e *Trigona* foram responsáveis por grande parte da polinização da cultura do morangueiro (GODOY; BARROS, 2004). Entretanto, os dípteros, tripses, borboletas e várias espécies de abelhas são também efetivos na transferência do pólen (MCGREGOR, 1976).

No caso da jataí, a população nativa ainda é relativamente abundante, no entanto, isso não descarta a necessidade de cuidados visando a sua preservação, uma vez que os produtos químicos e as técnicas de produção, como os túneis plásticos, podem prejudicar ou inibir completamente o trabalho de polinização. Frequentemente, a polinização do morangueiro recebe pouca atenção, porque algumas cultivares produzem uma boa colheita, mesmo sem a provisão suplementar de abelhas (MALAGODI-BRAGA, 2002). Em países onde a produção em ambiente protegido é ampla, há uma grande demanda por polinizadores. No Japão, diversas espécies de meliponíneos vêm sendo introduzidas e avaliadas quanto ao seu potencial para a polinização no cultivo fechado (MALAGODI-BRAGA, 2002).

Em estudo referente ao comportamento da abelha jataí em ambiente protegido, na Universidade de Passo Fundo (Figura 10), foi constatado que essa abelha é eficiente na visitação, com um número médio de 88 visitas,

em 5 flores. Esse número indica que é suficiente a densidade de uma colmeia para cada 42,5 m² de área em ambiente protegido. O tempo que a abelha visita a flor de morangueiro foi de 10 segundos a 150 segundos, e o tempo gasto em sua viagem de forrageamento foi de no mínimo 2,5 minutos e um máximo de 87,5 minutos.

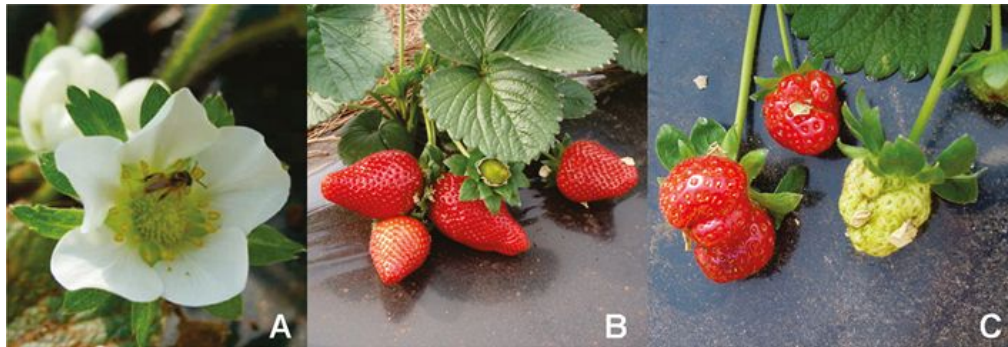


Figura 10. Presença da abelha jataí (*Tetragonisca angustula* L.) na flor de morangueiro (A), produção de frutos comerciáveis, na presença de quatro colmeias (B); e frutos defeituosos, na ausência de abelhas (C).

Fotos: Hélio Carlos Rocha.

A eficiência na polinização está diretamente relacionada aos fatores meteorológicos do ambiente protegido, principalmente a temperatura e a radiação solar, sendo que a maior atividade das abelhas ocorre nos horários que há aumento da temperatura e incidência de radiação sobre o dossel.

As abelhas, ao serem introduzidas na estufa, precisam de um tempo para sua adaptação e nova condição de forrageamento. Após o período inicial na estufa plástica, o voo da abelha jataí passa a ser baixo, em forma de zigue-zague, geralmente sobre a extremidade superior das plantas na procura das flores.

Havendo necessidade de aplicação de produtos químicos, para controlar pragas e doenças, as colmeias de abelhas jataí devem ser retiradas do ambiente protegido por um período de 10 dias. Produtos com princípio ativo à base de enxofre deverão ser evitados, pois causam repelência à abelha.

Quanto à produção, foi verificado que presença desse polinizador aumenta a porcentagem dos frutos comerciáveis em 37,89%, na média das quatro cultivares em 2003, e 18,95% em 2004. Recomenda-se a utilização de 4 colmeias para cada 170 m² de área em ambiente protegido. Concordando com esses resultados Malagodi-Braga e Kleinert (2007) afirma que a abelha jataí (*Tetragonisca angustula*) adapta-se bem às condições do cultivo fechado (estufa) e mostra-se efetiva na polinização do morangueiro, resultando em frutos mais pesados e em uma porcentagem mais elevada de frutos bem formados.

Aspectos da produção

O morangueiro, em virtude de sua grande rentabilidade, do desenvolvimento de cultivares com diferentes graus de adaptação ecológica e dos modernos e diferentes sistemas de manejo, pode ser produzido tanto em regiões frias, quanto em regiões tropicais e subtropicais. Além disso, a produção de morangos caracteriza-se por gerar muitos empregos diretos e indiretos, sendo uma cultura típica de agricultura familiar. Entretanto, para que um empreendimento de morangueiro cultivado em ambiente protegido tenha sucesso, alguns fatores deverão ser levados em consideração:

- Analisar a altitude, latitude, necessidade de água e luz, mão de obra e boas vias de transporte.
- Selecionar a estrutura do ambiente protegido e equipamentos adequados, bem como as cultivares adaptadas à região de cultivo.
- Formular uma estratégia contínua de produção para abastecer o mercado, durante a maior parte do ano.
- Estabelecer com pontualidade a quem, como e a que preço deve-se vender o produto, para obter uma boa relação custo-benefício.
- Visualizar estratégias e logísticas de exportação.

- Contratar recursos humanos capazes de cumprir os prognósticos de rendimento.
- Apresentar um projeto financeiro viável, considerando crescimentos futuros.

Nos últimos 20 anos, foram lançadas 463 cultivares oriundas de programas de melhoramento de países, como Estados Unidos, França, Itália, Espanha, Brasil entre outros (FAEDI et al., 2002). Algumas foram introduzidas no Brasil. Na região Sul do Brasil, destaca-se 'Aromas', 'Albion', 'Camino Real', 'Camarosa', 'Diamante', 'Festival', 'Oso Grande' e 'Ventana' (OLIVEIRA et al., 2006). No momento, mais de 80% das mudas utilizadas provêm de viveiros localizados no Chile e na Argentina, embora existam viveiristas produzindo mudas no Estado do Rio Grande do Sul. A preferência dos agricultores por mudas importadas é atribuída a sua maior capacidade produtiva, o que é contestado pelos viveiristas locais. Já no sul de Minas Gerais, atualmente, além de 'Dover' e 'Campinas', as principais cultivares produzidas são: 'Oso Grande', 'Camarosa', 'Sweet Charlie', 'Toyonoka', 'Tudla', 'Seascape', 'Aromas', 'Diamante' e 'Gaviota' (DUARTE FILHO, 2006).

Apesar de encontrarmos morangos no mercado ao longo de todo ano, devido à utilização de cultivares com produções escalonadas, o pico da produção ocorre geralmente na primavera. Contudo, os produtores estão procurando alternativas com respeito aos sistemas de cultivo, como o produzido em hidroponia, visando estender o calendário de produção e comercialização, de modo que haja maior oferta durante todo o ano com preços acessíveis aos consumidores. Essa tecnologia também permite reduzir o consumo de água e agrotóxicos, uma vez que o morangueiro é tido como uma das culturas que utiliza grande quantidade de defensivos químicos.

No cultivo protegido, se o produtor souber realizar um bom manejo no ambiente físico e na planta, pode minimizar ou até anular a incidência de

doenças, pois sem o contato direto da água da chuva com as plantas haverá diminuição da proliferação de patógenos. Um manejo indicado para reduzir a ocorrência de pragas e doenças seria a rotação de culturas, pois, cultivando o morangueiro por vários anos no mesmo local, poderá apresentar doenças com maior severidade prejudicando a produção. Entretanto, se o produtor tiver contrato de comercialização para entrega de morangos, será difícil realizar essa prática com outras culturas e/ou espécies.

Sistemas de produção

Em relação à produção, um ponto em evidência é o sistema de cultivo, por ser uma cultura com alta produtividade e, portanto, com retorno econômico para o produtor. São vários os métodos de cultivo desenvolvidos, interferindo na produtividade e na qualidade dos frutos colhidos (SANHUEZA et al., 2005). Técnicas que utilizam ambientes protegidos, geralmente, apresentam índices maiores de produtividade e qualidade se comparadas com as convencionais, em que o fruto fica exposto às condições climáticas (CALVETE et al., 2005).

Sistema em ambiente protegido no solo

As construções nesse sistema podem variar desde túneis baixos e/ou altos (Figura 11) a construções maiores (Figura 12), como as denominadas estufas agrícolas (MARTÍN, 1989; PEREIRA; MARCHI, 2000). O ambiente protegido em túnel baixo é o mais utilizado no Brasil e no Rio Grande do Sul, pois é um sistema que apresenta bons índices de produtividade e tem um custo inferior às outras construções, em razão do emprego de menor quantidade de material para a confecção dos túneis e de maior facilidade para rotação de áreas de cultivo (SANHUEZA et al., 2005).

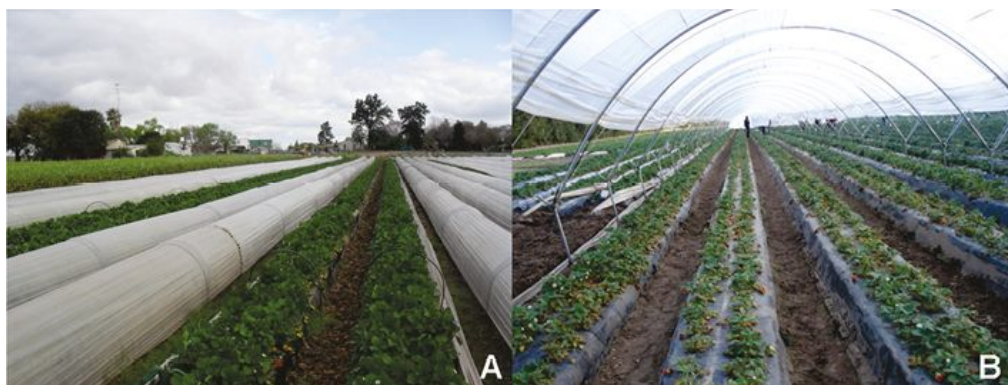


Figura 11. Sistema de produção de plantio no solo em ambiente protegido tipo túnel baixo (A), e alto (B).

Fotos: Luiz Zanetti.



Figura 12. Sistema de plantio no solo em ambiente protegido em Coronda, Argentina (A), e em Passo Fundo, RS, Brasil (B).

Fotos: Eunice Oliveira Calvete.

As técnicas de manejo, em cultivo protegido, consistem basicamente em ajustar as culturas ao ambiente, por meio de práticas como a determinação de épocas de cultivo, a eficiência de uso da água e a busca de resistência a fatores adversos como ventos, excesso ou escassez de chuvas e outros. Diante disso, alguns trabalhos foram realizados no sistema de produção de túneis baixos. Oliveira e Scivittaro (2009) testaram mudas da cultivar Camarosa, oriundas de viveiros chilenos, e verificaram que essas proporcionaram maiores produção e número de frutos do que as produzidas no Rio Grande do Sul, na ausência de vernalização, com $1.038,3 \text{ g planta}^{-1}$

e 491,7 g planta⁻¹; 55,1 frutos planta⁻¹ e 34,3 frutos planta⁻¹, respectivamente.

Também observaram que as mudas produzidas no Rio Grande do Sul apresentaram maior produção em novembro e dezembro, enquanto as chilenas em outubro e novembro. Já a cultivar Cegnidarem, de dia neutro, comparada com a produção das cultivares Aromas e Diamante nas condições climáticas da região Sul do Rio Grande do Sul, utilizando sistema de produção sob túnel baixo e irrigação por gotejamento, transplantadas em julho, apresentou produção acumulada de frutos por planta de 613,9 g, sendo maior que a da 'Aromas' (536,1 g) e 'Diamante' (431,5 g). Além disso, o número de frutos produzidos por planta da 'Cegnidarem' (39,2) é maior que o da 'Aromas' (32,2) e o da 'Diamante' (22,6). Em função do desempenho produtivo obtido, a cultivar Cegnidarem consiste em mais uma alternativa para os produtores de morango da região Sul do Rio Grande do Sul (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2008). Outra cultivar com potencial produtivo é a Ventana, obtida pela Universidade da Califórnia, em 2001. Trata-se de uma cultivar de dias curtos, que apresenta plantas vigorosas, grandes e bastante eretas; com alta capacidade de produção; frutas de coloração vermelho-brilhante, grandes, moderadamente firmes, ótimo formato e bom sabor, com aptidão para consumo in natura e industrialização.

Os pesquisadores Oliveira e Scivittaro (2008) também testaram diferentes cultivares de morangueiro, nas condições climáticas de Pelotas, RS. A cultivar Ventana é bastante produtiva, com desempenho comparável ao da 'Camarosa' e 'Aromas'; é tão precoce quanto à 'Camarosa'; apresenta potencial para a produção de frutos de tamanho extra, no entanto possui floradas periódicas. Em Minas Gerais, o destaque foi para 'Camarosa' e 'Seascape' nos anos agrícolas de 2003 e 2004, respectivamente, quando cultivadas em túneis baixos (DUARTE FILHO, 2006).

Em ambiente protegido no solo, para as condições do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, o plantio mais cedo do morangueiro, em final de abril, permite obter maior produtividade. As cultivares Camarosa, Dover, Oso

Grande e Tudla são as mais indicadas, pelo maior rendimento e escalonamento da produção.

Sistema hidropônico

As técnicas de cultivo sem solo se desenvolveram e proporcionaram um complemento ao ambiente protegido. Isso porque é necessário contar com um sistema mais seguro, uniforme e de fácil controle do que no cultivo em solo, uma vez que os custos da infraestrutura do ambiente protegido é mais elevado do que no solo.

O sistema de cultivo hidropônico baseia-se no ambiente em que as plantas se desenvolvem em outros meios que não o solo (COSTA; GRASSI FILHO, 1999). Essa técnica objetiva obter maior rentabilidade que nos outros sistemas agrícolas. Ela é baseada em três vantagens fundamentais: ótima relação ar/água, ausência de doenças e controle da nutrição (MARQUELLI et al., 2005). Além disso, proporciona maior homogeneidade do meio radicular, eliminação e/ou diminuição das infecções no solo, redução no consumo de água, melhor controle do desenvolvimento vegetativo e produtivo da planta, racionalização do trabalho (ergonomia) (MARTINEZ, 1999).

Os sistemas de cultivo fora do solo podem ser classificados em três grandes grupos: em substratos orgânicos ou minerais, em água (NFT, DFT e aeropônicos). A forma de condução e manejo desse sistema pode variar quanto ao tipo de substrato, irrigação, ambiente de cultivo, recipiente, entre outros.

No cultivo em substrato, os recipientes podem estar dispostos no sentido horizontal ou vertical, e ainda serem conduzidos em sistemas fechados ou recirculantes, quando a solução nutritiva que passa pelas raízes volta ao depósito de origem; e sistema aberto quando a solução aplicada ao ambiente radicular não retorna à origem (FERNANDES JÚNIOR et al., 2002; HERNANZ et al., 2007).

O cultivo do morangueiro fora do solo possibilita a eliminação do uso de produtos para desinfecção, reduzindo o consumo de frutos contaminados e a agressão ao meio ambiente, além de proporcionar melhor aproveitamento da área e maior facilidade de manejo da cultura. Em sistema vertical, Furlani e Fernandes Júnior (2004) utilizaram, na região de Jundiaí, SP, sacolas longas de polietileno de cerca de 2 m de comprimento e 0,20 m de diâmetro, com volume de substrato em torno de 63 L, penduradas no interior de uma estufa de polietileno. O substrato testado no interior dessa sacola foi casca de arroz carbonizada. A distância entre sacolas foi de 1,2 m, com espaçamento de 1 m entre fileiras. Em cada sacola, foram plantadas, em orifícios laterais, 28 plantas da cultivar Campinas, distanciadas de 0,25 m, atingindo uma densidade de 23 plantas m^{-2} com uma produtividade de 8,7 kg de frutos m^{-2} , entre os meses de setembro e dezembro.

Para a produção em sistema NFT, Moraes e Furlani (1999) recomendam canais de cultivo de 0,15 m de profundidade e 0,15 m de diâmetro, com um espaçamento entre plantas de 0,25 m a 0,35 m, com densidades de 8 plantas m^{-2} a 16 plantas m^{-2} . O comprimento dos canais não deve exceder a 15 m, comum a declividade entre 0,02 $m\ m^{-1}$ e 0,04 $m\ m^{-1}$. Aconselham empregar um volume de solução nutritiva entre 1,5 L planta $^{-1}$ e 2 L planta $^{-1}$ e uma vazão entre 2 L min $^{-1}$ e 4 L min $^{-1}$.

Utilizando-se também o sistema de colunas verticais foi realizado um trabalho em Passo Fundo, RS, para verificar a produção da cultivar Oso Grande de morangueiro em dois sistemas de irrigação: gotejamento por estacas (externo) e autocompensante (interno), e dois tipos de substratos comerciais, com e sem drenagem. Com base nos rendimentos obtidos, o sistema de irrigação mais indicado é o gotejamento por estacas (externo), com drenagem na extremidade inferior da coluna. Os substratos foram semelhantes quanto à produção, mas Horta 2 incrementa o teor de antocianina nos frutos (Figura 13). Esse sistema em sacolas localizadas na vertical não é o mais utilizado, pois há muita diferença na produção entre os terços superior, médio e inferior da coluna, em relação à radiação solar, sendo que a parte superior recebe mais luz e, portanto, maior produção e

qualidade dos frutos. Também há problemas de irrigar de forma homogênea ao longo da coluna de cultivo.

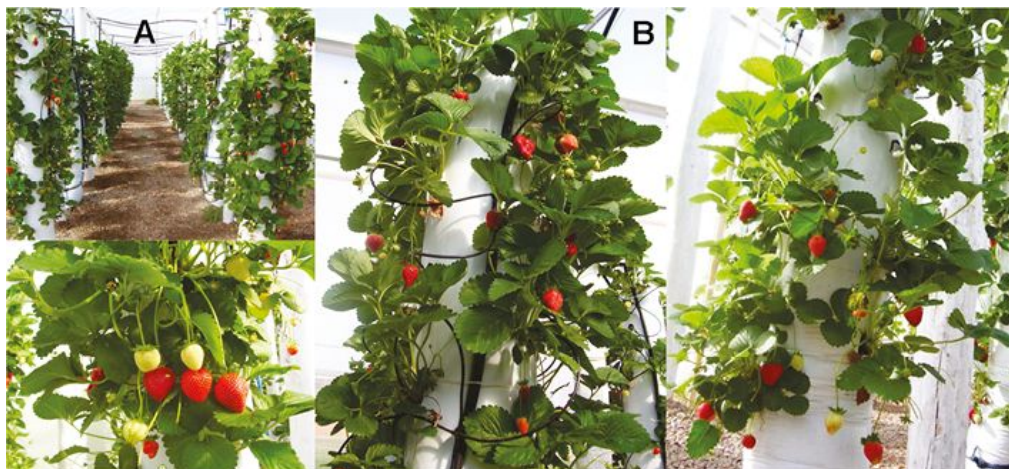


Figura 13. Vista geral do cultivo em substrato no sistema de colunas verticais (A), irrigação externa (B), e externa (C), em trabalhos desenvolvidos na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo em 2007.

Fotos: Eunice Oliveira Calvete.

Em trabalho com *Fragaria x ananassa* Duch. cultivar Campinas IAC-2712 realizado em Jundiaí, SP, foram comparadas a produção de frutos e de estolhos do morangueiro em função de três sistemas de condução em ambiente protegido (solo, hidropônico-NFT e hidroponia em casca de arroz carbonizada em colunas verticais). Os resultados obtidos permitiram concluir que, no sistema vertical, embora as produções de frutos e de estolhos por planta tenham sido menores que nos demais sistemas estudados, há possibilidade de melhor aproveitamento interno do ambiente protegido, com reflexos positivos no aumento do rendimento por área e maior facilidade de manejo da cultura, incluindo as operações de transplante, limpeza das plantas e colheitas de frutos e remoção de estolhos. Essas vantagens também se aplicam ao sistema hidropônico-NFT, mesmo não tendo apresentado diferenças de produção em relação ao cultivo convencional.

Em Passo Fundo, RS, foi comparado o cultivo das cultivares Camarosa, Camino Real, Albion, Ventana e Aromas em dois sistemas de produção em ambiente protegido (solo e em substrato) (Figura 14). Os rendimentos demonstraram que, para número total e comercial e massa total de frutos, a produção no solo é superior apenas quando se cultiva 'Aromas' e 'Camarosa'. Já para massa comercial, somente 'Camarosa' apresentou menor desempenho em substrato, comparando os dois sistemas. 'Aromas' obteve maior número e massa de frutos deformados, independente do sistema de produção.



Figura 14. Vista geral dos sistemas de cultivo em substrato em ambiente protegido na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, 2010.

Foto: Rosiani Castodi da Costa.

Em outro trabalho desenvolvido na Universidade de Passo Fundo, e analisando o cultivo de 'Earlibrite', 'Festival' e 'Camino Real', verificou-se

que o período de colheita dos frutos iniciou na primeira quinzena de agosto, finalizando na segunda de janeiro (Figura 15A). A cultivar Festival destacou-se por apresentar 20,8% da sua produção no mês de outubro, as demais apresentaram distribuição semelhante no decorrer do período de avaliação. Essa cultivar acumulou cerca de 35% produção, da primeira até a segunda quinzena de outubro, seguida pelas cultivares Camino Real (30%) e Earlibrite (26%), sendo esse o período de maior produção.

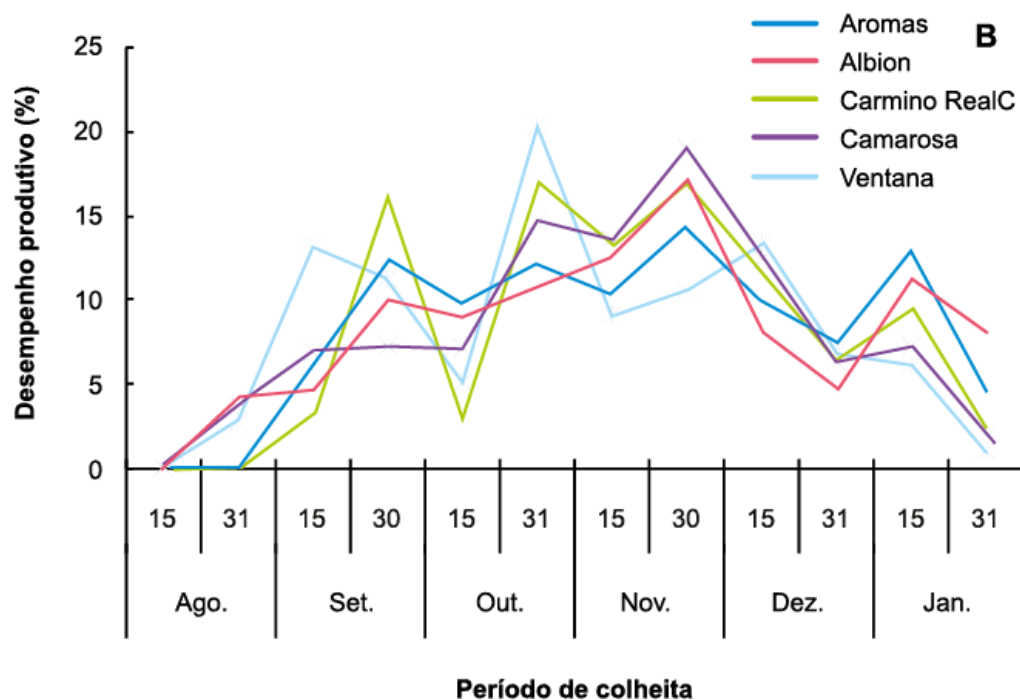
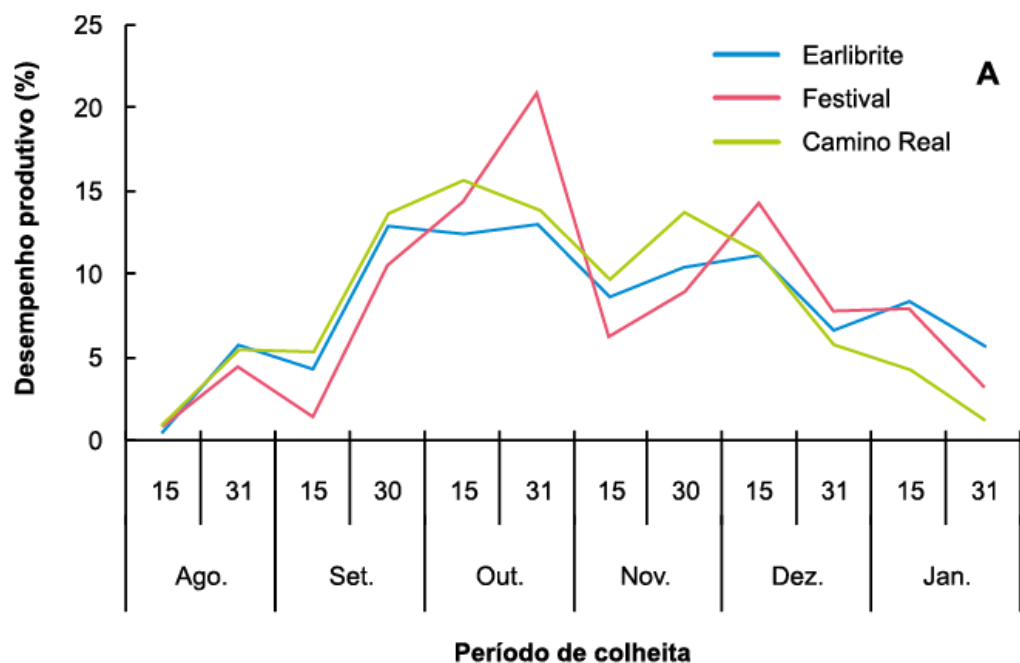


Figura 15. Desempenho produtivo (%) em relação à colheita total ao longo do período de colheita das cultivares argentinas (A) e chilenas (B), em Passo Fundo, 2009–2010.

No sistema de cultivo em substrato, a cultivar Festival apresentou acúmulo de 35% a 37% de frutos, somando a primeira e a segunda quinzena de outubro, respectivamente. Já 'Camino Real' e 'Earlibrite' acumularam 30% e 26%, respectivamente. Para as cultivares oriundas de viveiro do Chile (Figura 15B), a maior porcentagem de frutos acumulada em relação ao total colhido, incluindo a produção da primeira com a segunda quinzena de novembro, foi a seguinte: 'Camarosa' apresentou 33%; e 'Camino Real', 36%, seguido por 'Albion' com 29%; e 'Aromas' apresentou menor acúmulo de produção com 24%.

Em relação à produção, observa-se que as cultivares apresentaram uma grande oscilação durante a colheita dos frutos. Por exemplo, 'Ventana' acumulou mais na segunda quinzena de outubro e mostrou maior porcentagem de frutos. Em 'Camino Real', isso na segunda quinzena de setembro, outubro e novembro, sendo este último mês também para 'Albion', 'Aromas' e 'Camarosa'.

Comparação entre cultivos no solo versus hidropônico ou sem solo

O desempenho de uma planta depende do conjunto de variáveis relacionadas aos parâmetros climáticos e o meio onde se desenvolve a raiz. Conforme as condições de cada um desses fatores, será a resposta vegetativa e reprodutiva da planta em relação ao seu potencial genético. O microclima do ambiente protegido depende das características e do manejo dele, então as diferenças entre os cultivos estarão na rizosfera (MARTINEZ, 1999). Considerando que a raiz está livre de infecções causadas por agentes patogênicos, quatro tipos de estresses importantes pode sofrer a raiz: hídrico, nutricional, temperatura e oxigênio.

Com relação ao estresse hídrico, verifica-se que, no solo, o equilíbrio após a irrigação, uma vez alcançada a capacidade de campo, é superior a encontrada no substrato, pois supõem-se que há uma força de retenção de

água maior no solo. Sua profundidade ocasiona forças gravitacionais superiores, ficando a água retida nos poros pequenos devido à tensão superficial, enquanto no substrato prevalece os poros maiores, para não ocorrer falta de oxigênio; e, conseqüentemente, o potencial mátrico é mais elevado. Outro fator indutor de estresse hídrico é a pressão osmótica ao redor da raiz. A planta que se encontra no solo adapta-se melhor à falta de água. Isso se deve ao fato de a raiz encontrar-se em condições mais favoráveis, em virtude de o efeito do estresse ocorrer de forma mais lenta do que no substrato.

Sobre o estresse nutricional, devemos considerar que em nenhum tipo de sistema deveriam aparecer deficiências; entretanto, muitas vezes isso vem ocorrer em ocasiões pontuais, em razão das condições intrínsecas de um determinado sistema (MARTINEZ, 1999). Porém, se isso ocorrer, é mais fácil de controlar no cultivo em substrato do que no solo.

Sobre o ponto de vista do oxigênio, os sistemas mais favoráveis são os cultivos em substrato (exceto para materiais que tenham granulometria muito fina, a exemplo da turfa) do que no solo. Nos substratos, a porosidade é mais elevada para permitir que o ar ocupe de 25% a 30% do volume total (DEBOOT; VERDONCK, 1972). No solo, a disposição do oxigênio para a raiz depende da capacidade de difusão desse gás do exterior para o interior dos macroporos. Depois da irrigação, os macroporos são ocupados pela água, e a raiz passa por um período de hipoxia, desaparecendo após estabelecer o equilíbrio pela capacidade de campo.

De todos esses fatores, apenas a temperatura é mais favorável no cultivo do solo, devido à grande inércia térmica. Já nos cultivos em substrato, essa inércia é muito pequena (MARTINEZ, 1999), devido ao pequeno volume, alto índice de transmissão térmica e aos recipientes, por geralmente não serem estes constituídos de material isolante.

Aspectos da qualidade

A definição de qualidade de frutos torna-se difícil, por ser variável entre os produtos e, mesmo, em um produto isolado, por depender do objetivo de seu uso. Nesses termos, os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo in natura ou processamento. O consumidor tem papel preponderante e usualmente utiliza um julgamento subjetivo para a qualidade e aceitação do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A caracterização física e química dos frutos de morangueiro é de grande importância quando se estuda o comportamento de cultivares em uma determinada região, pois ela permite obter informações sobre a qualidade do produto final. Os atributos de qualidade que devem ser avaliados nos morangos são aparência (tamanho, forma e defeitos), sabor e odor (*flavor*), valor nutritivo e ausência de defeitos. A maioria desses atributos sofre modificações em fase de pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os morangos são frutos muito perecíveis; portanto, as perdas pós-colheita podem alcançar níveis importantes, caso não sejam utilizadas técnicas corretas de colheita e pós-colheita. Essas perdas podem ser de caráter quantitativo ou qualitativo, o que implicará em prejuízos ao produtor, para o comerciante e o consumidor (ARAGÃO, 1989).

Os valores podem variar de acordo com a cultivar, a época de colheita, o tempo de armazenamento, o sistema de cultivo, o manejo da cultura, o ambiente, entre outros fatores.

Aparência

Coloração, tamanho, forma, turgescência e ausência de defeitos externos são os critérios que o consumidor utiliza para decidir a compra do produto. A aparência do produto é decisiva na determinação do seu valor comercial.

O tamanho e a forma dos frutos de morangueiro diferenciam as cultivares entre si e são regidos por exigências do mercado (DOMINGUES, 2000). A perda de água ou turgescência provoca enfraquecimento das células,

tornando-as mais suscetíveis ao ataque de microrganismos, podendo resultar em maior produção de etileno. O murchamento e o enrugamento são consequências da perda de água e afetam diretamente o sabor e o aroma, ocasionando perda de qualidade externa e afetando a aparência e o retorno econômico dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O diâmetro dos frutos, por sua vez, é utilizado na classificação do morango pela Ceagesp (2006) e pelo Regulamento Técnico do Mercosul de Identidade e Qualidade de Morango nº 85/96 (CANTILLANO, 2003).

Segundo esse regulamento, os morangos classificados como classe 1 devem ser maiores que 25 mm (maior diâmetro transversal); e, na classe 2, os frutos devem ser superiores a 10 mm e inferiores a 25 mm. Geralmente frutos obtidos em ambiente protegido, independente do sistema que está sendo cultivado, apresentam qualidade superior aos sem proteção. Como exemplo, citam-se os frutos obtidos em cultivo de substrato conduzido em sacolas na horizontal na Universidade de Passo Fundo, onde a maioria dos frutos obteve 27,6 mm de diâmetro, e em ambiente protegido no solo. Todos, segundo Costa (2008), estão incluídos na classe 1, ou seja, superiores a 25 mm de diâmetro.

Coloração

Os pigmentos encontrados nos frutos de morangueiro são muito importantes, na composição estética e, também, como indicadores de maturação. A cor característica dos frutos de morangueiro deve-se principalmente à presença de antocianinas, compostos pertencentes à classe dos flavonoides, que conferem cor às flores, frutos, folhas e, ainda, a alguns caules (RAMOS et al., 2000; WROLSTAD, 2000). São, ainda, responsáveis por atrair insetos e pássaros capazes de realizar a polinização e a dispersão de sementes.

A determinação da coloração do morangueiro pode ser realizada com o uso de equipamentos capazes de medir a qualidade da luz refletida do

produto por meio de espectrofotômetro. Os dados obtidos correspondem aos componentes analíticos L^* , a^* e b^* . Os valores de L^* variam do claro ao escuro, sendo o valor 100 correspondente à cor branca, e o valor 0 (zero) à cor preta; o componente a^* varia entre o vermelho e o verde, em que os valores positivos correspondem ao vermelho, o 0 (zero) ao cinza e os negativos, à cor verde; o componente b^* varia do azul ao amarelo, em que os valores negativos correspondem ao azul, o 0 (zero) ao cinza e os positivos à cor amarela. A determinação da cor também pode ser realizada com base na intensidade e nas variações perceptíveis ao olho humano (OLIVEIRA, 2005).

Em Passo Fundo, RS, foi avaliada a coloração nas cultivares Camarosa e Oso Grande de morangueiro, em ambiente protegido, sob telas de sombreamento. 'Oso Grande' apresentou-se como uma cultivar mais atrativa para o consumo in natura, pois obteve maior tonalidade vermelho-amarelo do que a 'Camarosa', independente da presença ou não de tela de sombreamento (Figura 16).

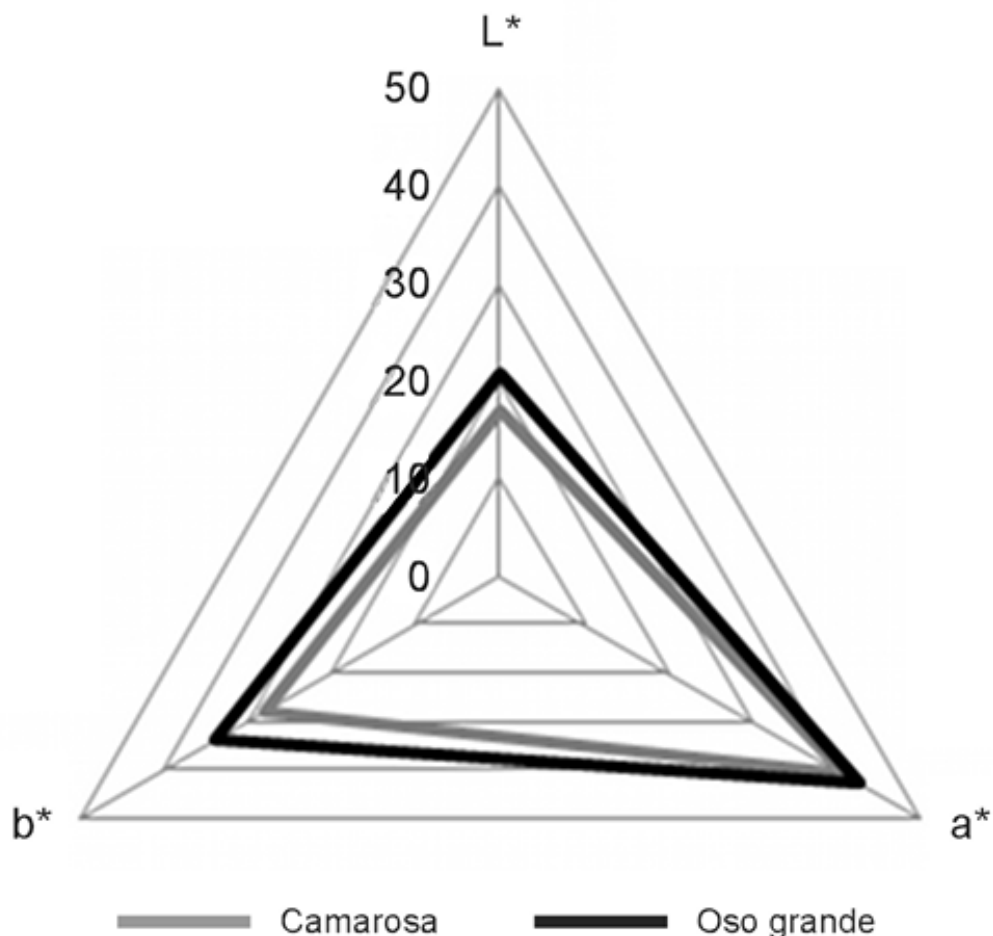


Figura 16. Coloração dos frutos em duas cultivares de morangueiro.

Teor total de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis é um parâmetro que tem sido usado como indicador da qualidade dos frutos. No morangueiro, o teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo in natura como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (PINHEIRO et al., 1984).

Os açúcares solúveis presentes nos frutos, na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura por meio do balanço com ácidos, pela cor atrativa e pela textura. Os principais açúcares presentes nos frutos são a glicose, a sacarose e a frutose (CHITARRA; CHITARRA, 2005). À medida que a maturação do fruto avança, ocorre aumento nos teores de açúcares devido à transformação do amido em açúcares simples (glicose e frutose) (GIRARDI et al., 2002).

Os teores de sólidos solúveis totais, de maneira geral, são determinados por meio de refratômetro, que expressa os resultados em °Brix pela mensuração do índice refractométrico do suco da fruta. As cultivares produzidas nas décadas de 1980 e 1990 apresentavam teores ao redor de 6,0 °Brix. Entretanto, atualmente a maioria das cultivares apresentam valores em torno de 9,0 °Brix. Observou-se que os frutos colhidos no mês de novembro, principalmente em regiões mais frias, atingem maiores concentrações de sólidos solúveis totais (9,86 °Brix), o que talvez seja explicado pelo aumento da temperatura (ISLAM et al., 2005), pois há liberação de açúcares no fruto em consequência da hidrólise das antocianinas, o que explica os teores mais altos de SST nos meses de novembro e dezembro para as duas cultivares, em que as médias das temperaturas foram as mais elevadas.

Acidez titulável (AT) e pH

Para indicar o sabor ácido ou azedo, a acidez titulável é o método mais utilizado; enquanto que, para determinar a qualidade dos produtos processados, o pH é o método mais viável (NUNES, 2001; VILAS BOAS, 1999). Na maturação, de modo geral, o teor de ácidos orgânicos diminui, devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarboxílicos em decorrência da respiração. A acidez diminui em função da maturação, podendo a variação da acidez ser um indicativo do estágio de maturação do fruto (OLIVEIRA, 2005). Os valores para o pH variam de 3,0, em avaliações

no dia da colheita, obtidos em diferentes experimentos e locais (BERBARI et al., 1994; CONTI et al., 2002), a 5,0 (CALVETE et al., 2008; COSTA, 2008). Já no dia da colheita, a acidez titulável encontrada pode variar de 0,83% a 0,92% de ácido cítrico, em 100 g de polpa.

Metabólitos secundários em frutos de morango

Com o aumento da expectativa de vida da população mundial e a busca por uma melhor qualidade de vida, faz-se necessário aumentar o consumo de frutas e hortaliças, principalmente em decorrência do valor nutritivo e efeitos terapêuticos atribuídos a elas. Esses alimentos contêm diferentes constituintes fitoquímicos, muitos dos quais possuem diversas propriedades nutraceuticas e farmacológicas (AABY et al., 2005; BAGCHI et al., 2004; HEO; LEE, 2005; KLOPOTEK et al., 2005; MEYERS et al., 2003).

Segundo Neumann et al. (2000), pode-se considerar nutraceutico todo alimento que apresenta uma ou mais substâncias com funções fisiológicas e bioquímicas benéficas à saúde do homem. Já Coppens et al. (2006) definem nutraceutico não como uma droga ou um alimento, mas uma substância de ocorrência natural, com evidente efeito benéfico à saúde e que faça parte como ingrediente de alimentos específicos, alimentos funcionais ou suplementos alimentares.

Os alimentos nutraceuticos podem atuar de duas formas: prevenindo ou tratando. Atuando na prevenção, os nutraceuticos geralmente são ingeridos na forma de alimentos que contenham tais substâncias, sendo consumidos diariamente nas refeições. Esses podem prevenir o aparecimento de certas patologias como diabetes *mellitus*, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, câncer e, principalmente, doenças de ordem degenerativa (HEO; LEE, 2005). Quando atuam no processo de cura, essas substâncias são ingeridas na forma de medicamentos. Nos Estados Unidos, os nutraceuticos são amplamente utilizados na forma de suplementos alimentares, os quais são consumidos diariamente em forma de cápsulas,

comprimidos ou elixires (LOCKWOOD, 2007). Os nutracêuticos também podem ser chamados de alimentos funcionais, ou ainda, do ponto de vista farmacêutico, metabólitos secundários (COPPENS et al., 2006; LOCKWOOD, 2007).

Um dos principais grupos de metabólitos secundários presentes nas plantas são os flavonoides, produtos derivados do metabolismo fenólico, e biossintetizados a partir da união da molécula de 4-cumaril-CoA proveniente da rota do ácido chiquímico com três moléculas de malonil-CoA gerada na rota da Acetil-CoA. Quimicamente, essas estruturas são caracterizadas pela presença de, no mínimo, um anel aromático (C6) e grupos hidroxilas e que possuem o maior número de representantes isolados e identificados (HARBONE; WILLIAMS, 2000; MARKHAM, 1982).

As antocianinas constituem um grupo de flavonoides os quais são responsáveis pelas colorações vermelha, rosa, azul e violeta das flores, frutos e folhas. Elas são utilizadas como corantes na indústria alimentícia, e as espécies que as contêm apresentam excelente potencial para alimento funcional ou suplemento nutricional (ANDERSEN; JORDHEIM, 2006; WROLSTAD, 2000).

Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos estão entre os principais grupos de metabólitos secundários e possuem ampla distribuição nos vegetais (KORKINA, 2007; MARKHAM, 1982). Em morangos, segundo Atkinson et al. (2006), os compostos fenólicos apresentam concentrações significativas, e a sua produção é influenciada pela radiação fotossinteticamente ativa. Nesse mesmo sentido, Montealegre et al. (2006) verificaram que a produção desses compostos também podem ser influenciada pelo clima, grau de maturação, parte da planta e cultivar.

Os compostos fenólicos possuem diversas atividades biológicas. Como exemplo, cita-se a atividade antimicrobiana das frutas vermelhas frente a

bactérias patogênicas do trato digestivo (PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2005). Outra atividade biológica importante atribuída aos compostos fenólicos é a capacidade de sequestro de radicais livres. Existem diversas espécies que possuem compostos fenólicos na sua composição química e apresentam tal atividade (RICE-EVANS, 2001; STAHL; SIES, 2007). Em morangos, Aaby et al. (2007) conseguiram identificar cerca de 40 compostos fenólicos, incluindo seus glicosídeos.

Costa (2008), trabalhando com duas cultivares de morangueiro em ambiente protegido, testando diferentes telas de sombreamento em Passo Fundo, RS, constatou que a radiação está relacionada diretamente com a qualidade dos frutos de morangueiro, pois os maiores índices de fenólicos totais para as duas cultivares foram registrados no início do mês de novembro (12,87 mg equivalentes de ácido gálico 100 g⁻¹ de frutos) independente da tela de sombreamento. Bordignon Júnior (2008), nesse mesmo local, também obteve aumento dessa substância para frutos de morangueiro com a proximidade do verão, embora com valores superiores, de 193,78 mg 100 g⁻¹ de frutos para 'Camarosa', e 247,04 mg 100 g⁻¹ de frutos para 'Oso Grande'. Provavelmente, uma das justificativas de ocorrerem teores acentuados de fenólicos totais nos frutos colhidos em novembro tenha sido explicada por Atkinson et al. (2006), em trabalho realizado com morango, no qual os autores concluíram que o aumento na incidência de radiação altera os teores dos compostos analisados (antocianinas, fenóis e fenólicos totais), aumentando-os em até 40%.

Flavonoides

Os flavonoides formam um grupo extenso, pelo grande número de constituintes naturais e ampla distribuição no reino vegetal (MARKHAM, 1982). Esses compostos apresentam algumas características importantes que os tornam potenciais marcadores taxonômicos, tais como: a) abundância relativa em quase todo o reino vegetal; b) especificidade em

algumas espécies; c) facilidade de identificação; d) estabilidade química; e e) acúmulo com menor influência do meio ambiente (HARBONE; WILLIAMS, 2000). Sob o ponto de vista químico, os flavonoides são formados pela conjugação de um núcleo benzopirano ou cromano, ao qual se encontra ligado um anel aromático, do tipo 2-fenil-cromano (MARKHAM, 1982).

A biossíntese dos flavonoides inicia com a formação do ácido chiquímico e passa pela formação de ácido cinâmico, até a formação de 4-cumaril-CoA, a qual reage com malonil-CoA formando os núcleos flavônicos (ALMEIDA et al., 2007; HARBONE; WILLIAMS, 2000). Em morangos, a biossíntese de flavonoides e de antocianinas depende de enzimas e genes existentes na planta. Almeida et al. (2007) conseguiram elucidar o passo chave na biossíntese de flavonoides em morango, que está relacionada, principalmente, com a enzima FaFGT.

O elevado interesse econômico dos flavonoides pode ser confirmado pelos vários trabalhos envolvendo essa classe de metabólitos secundários (AABY et al., 2005; ANDRES et al., 2007; CLAVIN et al., 2007; MEYERS et al., 2003; SCALZO et al., 2005; SORIA et al., 2007). Isso se deve às propriedades biológicas apresentadas, dando grande destaque para o fato de os flavonoides serem usados como pigmentos, com grande importância no processo de tanagem do couro, na fermentação do chá-da-índia, na manufatura do cacau e por conferirem cor e valor nutricional para alguns alimentos. Além desses empregos, deve-se destacar o uso de alguns representantes dessa classe que possuem atividade antitumoral (quercetina), anti-inflamatória (apigenina), antioxidante (rutina e resveratrol), antiviral (isoflavonas), entre outras (ANDRES et al., 2007; CLAVIN et al., 2007; MOSCATELLI et al., 2006).

Especificamente sobre a composição química dos frutos de morangueiro, destacam-se os flavonoides do subgrupo das antocianinas, que representam a grande maioria dos flavonoides totais encontrados (MEYERS et al., 2003). De um modo geral, todas as frutas vermelhas apresentam uma considerável concentração desses flavonoides, o que conferem a coloração

característica dos frutos (SCALZO et al., 2005; VENDRAMINI; TRUGO, 2004). Canferol e quercetina também são relatados em morangos, apresentando concentração de quercetina nos frutos em ponto de colheita, em torno de 0,94 mg 100 g⁻¹ de fruto congelado (KOSAR et al., 2004).

Antocianinas

As antocianinas são flavonoides solúveis em água, derivados dos di-hidroflavonóis. Foram isoladas pela primeira vez de *Centaurea cyanus* L., sendo descritas como pigmentos azuis. É um dos mais importantes grupos de pigmentos de plantas solúveis em água, juntamente com as betaínas e os carotenoides. São em grande parte responsáveis pelas colorações laranja, rosa, escarlata, vermelha, violeta e azul das pétalas de flores e de frutos dos vegetais superiores (AABY et al., 2005; WROLSTAD, 2000), podendo ser encontrados também em outras partes da planta, como raízes e folhas (KONCZAK et al., 2005).

Devido à coloração e toxicidade insignificante, os pigmentos antociânicos são considerados como aditivos eficientes e seguros na indústria alimentícia, embora não sejam empregados em larga escala devido a sua instabilidade química no meio, dificuldades de purificação ou síntese, entre outros (LEE et al., 2005; MARKAKIS, 1982; WROLSTAD, 2000). Na planta, as antocianinas são responsáveis pela atração de insetos e de pássaros, com objetivo de polinizar e dispersar as sementes, e também pelas propriedades inibidoras do crescimento de larvas de alguns insetos (WROLSTAD, 2000).

As antocianinas são amplamente encontradas nos frutos de várias espécies, popularmente conhecidas como frutas vermelhas, e também nas videiras (MANHITA et al., 2006; MATTIVI et al., 2006; NYMAN; KUMPULAINEN, 2001; PAWLOWSKA et al., 2006). Embora existam relatos da presença de antocianinas em maçãs, acerolas, pêssegos, abacaxis, limões, laranjas, peras, pomelos e bananas (HONDA et al., 2002;

PAZMIÑO-DURÁN et al., 2001; SUN et al., 2002; VENDRAMINI; TRUGO, 2004), os teores encontrados em frutas vermelhas são significativamente superiores aos encontrados nos frutos mencionados acima. Como exemplo, pode ser destacado o trabalho de Rababah et al. (2005), que identificou que morangos possuem maior teor de antocianinas do que maçãs e pêssegos, com teores na faixa de 138,8 mg kg⁻¹ de fruto, para o morando e de 18,9 mg kg⁻¹ e 11,00 mg kg⁻¹, respectivamente, para os demais frutos.

São conhecidas aproximadamente 256 estruturas diferentes de antocianos, dando destaque para a cianidina, pelargonidina, malvidina, delphinidina, peonidina e petunidina. (ANDERSEN et al., 2004; FOSSEN; ANDERSEN, 2003; SILVA et al., 2007; WROLSTAD, 2000). Além das estruturas clássicas glicosiladas, em frutos de morangueiro e folhas de trevo roxo, também se evidencia a presença de complexos de antocianinas com outros flavonoides, da classe dos flavonóis, principalmente os glicosídeos de pelargonidina ligados à catequina, epicatequina, afzelequina e epiafzelequina (FOSSEN et al., 2007).

Com relação ao tempo de armazenamento, as frutas podem permanecer por mais de oito meses estocadas quando congeladas, sem perdas significativas do conteúdo de antocianos (GARZÓN; WROLSTAD, 2001; KUSKOSKI et al., 2006; RUBINSKIENE et al., 2005). Porém, Klopotek et al. (2005) verificaram que os processos empregados na industrialização (pasteurização) de frutos de morangueiro, para a produção de sucos e geleias, alteram significativamente os teores de antocianinas, já que a fermentação e a pasteurização (aquecimento) são processos que causam a degradação da estrutura das antocianinas.

Aaby et al. (2005), em um estudo sobre antocianinas em diferentes partes do morango de duas cultivares, verificaram maior concentração de pelargonidin-3-glicosídeo na polpa da fruta (87% do total de antocianinas), enquanto nos aquênios as concentrações de pelargonidin-3-glicosídeo e cianidin-3-glicosídeo foram semelhantes (37% e 41%, respectivamente). Os autores constataram que a aglicona cianidina encontra-se quase que exclusivamente nos aquênios e não na polpa do morango, enquanto a

pelargonidina e seus glicosídeos são encontrados em maior concentração na polpa.

Nyman e Kumpulainen (2001) realizaram a determinação de antocianinas por cromatografia líquida de alta eficiência em pequenas frutas (groselha, mirtilo, morango e uva) e no vinho tinto. Em frutos de morangueiro, foi verificado um teor de antocianinas de 447 mg 100 g⁻¹, sendo o maior valor encontrado dentre as amostras analisadas.

Silva et al. (2007) realizaram o doseamento de 3 antocianinas encontradas em morango (cianidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-rutenosídeo) e verificaram grande variação entre as cultivares Camarosa, Carisma, Eris, Oso Grande e Tudnew, sendo na cultivar Tudnew verificado o maior teor de antocianinas 525 mg e 460 mg, nos anos de 2001 e 2002. Os autores verificaram também que a pelargonidina 3-glicosídeo foi a antocianina majoritária, representando aproximadamente 85% do conteúdo de antocianinas totais.

Andersen et al. (2004) isolaram e identificaram, em morangos, uma aglicona antociânica, a 5-carboxypyranopelargonidina. Essa aglicona é homóloga a 5-carboxypyranomalvidina (vitesidina A), a qual foi isolada e identificada em amostras de vinho tinto e também encontrada em cebolas roxas (FOSSEN; ANDERSEN, 2003).

Meyers et al. (2003) observaram diferenças significativas entre oito cultivares de morangueiro ('Allstar', 'Annapolis', 'Earliglow', 'Evangeline', 'Jewel', 'Mesabi', 'Sable' e 'Sparkle') no teor de antocianinas totais, apresentando variação de 48,3 mg 100 g⁻¹ de frutos (cultivar Evangeline) a 21,9 mg 100 g⁻¹ de frutos (cultivar Allstar).

Além do efeito das cultivares sobre o teor de compostos antocianos, podemos destacar que os níveis de adubação no solo, o clima, o sistema de produção e o grau de maturação também exercem influência nos teores desses compostos (ANTTONEN et al., 2006; MONTEALEGRE et al., 2006). As diferenças de estrutura física e química no solo também influenciam o teor de antocianinas em morangos. Frutos cultivados em composições de solo, suplementadas com compostos orgânicos, apresentam teores de

antocianos superiores (próximos a 30 %) em relação aos frutos cultivados somente em solo mineral (WANG; LIN, 2003).

Em relação ao interesse farmacológico dos antocianos, devem-se destacar as atividades anti-inflamatórias e antiedematogênicas (BAGCHI et al., 2004), além da pronunciada atividade antioxidante e antitumoral (AABY et al., 2007; PROESTOS et al., 2005; SHIH et al., 2005; WANG; LIN, 2003; WU et al., 2007). A atividade antioxidante de extratos vegetais pode ser observada por vários métodos, destacando os ensaio de Frap (habilidade de redução férrica do plasma), Orac (capacidade de absorção do radical oxigênio), DPPH (atividade antiradical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), ABTS (ensaio de descoloração do radical 2,2-azinobis diamônio) (DÁVALOS et al., 2003; SUN et al., 2002).

Sun et al. (2002) avaliaram a capacidade de sequestrar radicais de oxigênio de extratos obtidos de diferentes frutas comercializadas nos Estados Unidos. As frutas vermelhas se destacaram em comparação com pêssegos, limões, peras, bananas, laranjas, pomelos e abacaxis, sendo que o *cranberry* foi o que apresentou os mais altos valores de atividade ($177,0 \mu\text{mol} \pm 4,3 \mu\text{mol}$ de equivalente de vitamina C g^{-1} de fruto). Corroborando com esse estudo, Rababah et al. (2005) investigaram o potencial antioxidante de morangos, pêssegos e maçãs, por meio da técnica de Orac. Os frutos de morangueiro fresco apresentaram atividade significativamente superior (aproximadamente $62,9 \text{ mM kg}^{-1}$ de Trolox equivalente) quando comparados às demais frutas testadas.

As variações na intensidade da atividade antioxidante de extratos vegetais também são observadas dentro da mesma espécie, em diferentes cultivares. Essa afirmação é comprovada pelo trabalho desenvolvido por Meyers et al. (2003), os quais avaliaram as propriedades antioxidantes de oito cultivares de morangueiros ('Earliglow', 'Annapolis', 'Evangeline', 'Allstar', 'Sable', 'Sparkle', 'Jewel' e 'Mesabi') e verificaram diferenças significativas entre os valores de atividade antioxidante, sendo a cultivar Earliglow a mais ativa ($134,1 \mu\text{M}$ de vitamina C g^{-1} de fruto), e a cultivar Allstar a menos ativa ($20,1 \mu\text{M}$ de vitamina C g^{-1} de fruto).

Ainda relacionando as propriedades antioxidantes das antocianinas com as diferentes cultivares existentes no mercado, Scalzo et al. (2005) estudaram o potencial antioxidante de seis cultivares de morangos. Os resultados foram de 10,58 μM (cultivar Don) a 16,03 μM (cultivar Patty) quando comparados com Trolox (substância derivada de vitamina E, empregada como referência na determinação da capacidade antioxidante total). Esse potencial foi evidenciado também pelo estudo desenvolvido por Heo e Lee (2005), que constataram um aumento na proteção das células PC12 (linhagem celular derivada de um feocromocitoma da medula adrenal de ratos) tratadas com H_2O_2 , em virtude de as antocianinas presentes nos frutos de morangueiro exercerem forte atividade antioxidante e consequente efeito protetor dessas células PC12, evitando neurotoxicidade induzida por estresse oxidativo.

Referências

- AABY, K.; SKREDE, G.; WROLSTAD, R. E. Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 53, n. 10, p. 4032-4040, 2005.
- AABY, K.; WROLSTAD, R. E.; EKEBERG, D.; SKREDE, G. Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees; Impact of achenes level and storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 55, n. 13, p. 5156-5166, 2007.
- ALMEIDA, J. R. M.; D'AMICO, E.; PREUSS, A.; CARBONE, F.; DE VOS, C. H. R. de; DEIML, B.; MOURGUES, F.; PERROTTA, G.; FISCHER, T. C.; BOVY, A. G.; MARTENS, S.; ROSATI, C. Characterization of major enzymes and genes involved in flavonoid and proanthocyanidin biosynthesis during

fruit development in strawberry (*Fragaria × ananassa*). **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Bethesda, v. 465, n. 1, p. 61-71, 2007.

ANDERSEN, O. M.; FOSSEN, T.; TORSKANGERPOLL, K.; FOSSEN, A.; HAUGE, U. Anthocianin from strawberry (*Fragaria X ananassa*) with the novel aglycone, 5-carboxypyranopelargonidin. **Phytochemistry**, London, GB, v. 65, n. 4, p. 405-410, 2004.

ANDERSEN, O. M.; JORDHEIM, M. The anthocyanins. In: ANDERSEN, O. M.; MARKHAM, K. R. **Flavonoids**: chemistry, biochemistry and applications. Boca Raton: CRC, 2006.

ANDRES, A.; DONOVAN, S. M.; KUHLENSCHMIDT, T. B.; KUHLENSCHMIDT, M. S. Isoflavones at concentrations present in soy infant formula inhibit rotavirus infection in vitro. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 137, n. 9, p. 2068-2073, 2007.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 26-33, 2000. Suplemento.

ANTTONEN, M. J.; HOPPULA, K. I.; NESTBY, R.; VERHEUL, M. J.; KARJALAINEN, R. O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 54, n. 7, p. 2614-2620, 2006.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; CECCHETTI, D.; RIVA, E.; MARAN, R. Produção de cultivares de morangueiro polinizadas pela abelha jataí em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 1, n. 25, p. 94-99, 2007.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; MARIANI, F.; WESP, C. L. Floração, frutificação e maturação de frutos de

morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, p. 426-430, 2006.

ARAGÃO, G. M. F. de. **Identificação e determinação da resistência térmica de fungos filamentosos termo-resistentes isolados da polpa de morango**. 1989. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ATKINSON, C. J.; DODDS, P. A. A.; FORD, Y. Y.; MIÉRE, J. L. E.; TAYLOR, J. M.; BLAKE, P. S.; PAUL, N. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active radiation on *Fragaria x ananassa* productivity and fruit ellagic acid and ascorbic acid concentrations. **Annals of Botany**, London, GB, v. 97, n. 3, p. 429-441, 2006.

BAGCHI, D.; SEN, C. K.; BAGCHI, M.; ATALAY, M. Antiangiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. **Biochemistry**, Moscow, RU, v. 69, n. 1, p. 75-80, 2004.

BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada a sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Ed. da UFV, 1999. 443 p.

BERBARI, S. A. G.; NOGUEIRA, J. N.; PASSOS, F. A. Determinações das características físicas, químicas e organolépticas de novas variedades de morango para congelamento. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 18-24, 1994.

BORDIGNON JÚNIOR, C. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

BRAHM, R. U.; UENO, B.; OLIVEIRA, R. P. Reação de cultivares de morangueiro ao oídio sob condições de casa de vegetação. **Revista**

Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 219-221, 2005.

BRANZANTI, E. C. **La fresa**. Madrid, ES: Mundi-Prensa, 1989. 386 p.

BUENO, S. C. S.; MAIA, A. H. N.; TESSARIOLI NETO, J. Florescimento de 17 cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.), em São Bento do Sapucaí – São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD-ROM.

BURIOL, G. A.; RIGUI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, B. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade.

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 43-49, 1993.

CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 396-401, 2008.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; ANTUNES, O. T.; NIENOW, A. A. **Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido**. Passo Fundo: UPF, 2005. 53 p.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; TESSARO, F.; CECCHETTI, D.; NIENOW, A. A.; LOSS, J. T. Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 181-188, 2010.

CALVETE, E. O.; TESSARO, F. Ambiente protegido aspectos gerais. In: PETRY, C. (Coord.). **Plantas ornamentais aspectos para produção**. 2. ed. Passo Fundo: UPF, 2008. p. 24-45.

CAMARGO FILHO, W. P. de; CAMARGO, F. P. Análise da produção de morango dos estados de São Paulo e Minas Gerais e do mercado da

CEAGESP. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 5, p. 42-50, 2009.

CANTILLANO, F. F. **Morango pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 29 p.

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de classificação do morango**. São Paulo: CQH-Ceagesp, 2006. 6 p.

CHAGNON, M. V.; GINGRAS, J.; OLIVEIRA, D. Pollination rate of strawberries. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 82, p. 1350-1353, 1989.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Ed. da UFLA, 2005. 783 p.

CLAVIN, M.; GORZALCZANY, S.; MACHO, A.; MUÑOZ, E.; FERRARO, G.; ACEVEDO, C.; MARTINO, V. Anti-inflammatory activity of flavonoids from *Eupatorium arnottianum*. **Journal of Ethnopharmacology**, Glasgow, v. 112, n. 3, p. 585-589, 2007.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Revista Brasileira Horticultura**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

COPPENS, P.; SILVA, M. F. da; SIMON PETTMAN, S. European regulations on nutraceuticals, dietary supplements and functional foods: a framework based on safety. **Toxicology**, Hamburg, v. 221, n. 1, p. 59-74, 2006.

COSTA, P. C.; GRASSI FILHO, H. Cultivo hidropônico do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 65-68, 1999.

COSTA, R. C. **Teores de clorofila, produção e qualidade de frutos de morangueiro sob telas de sombreamento em ambiente protegido**. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

DÁVALOS, A.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Commercial dietary antioxidant supplements assayed for their antioxidant activity by different methodologies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 51, n. 9, p. 2512-2519, 2003.

DEBOOT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulturae. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.

DOMINGUES, D. M. **Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos 'Toyonoka' armazenados sob refrigeração**. 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luíz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DUARTE FILHO, J. Cultivares de morango. In: CARVALHO, S. P. de (Coord.). **Boletim do morango**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 15-22.

FAEDI, W.; MOURGUES, F.; ROSATI, C. Strawberry breeding and varieties: situation and perspectives. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 567, p. 51-60, 2002.

FAO. **Faostat**: production strawberry. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 14 abr. 2011.

FERNANDES JÚNIOR, F.; FURLANI, P. R.; RIBEIRO, I. J. A.; CARVALHO, C. R. L. Produção de frutos e estolhos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo em ambiente protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 1, p. 25-34, 2002.

FOSSEN, T.; ANDERSEN, O. M. Anthocyanins from red onions, *Allium cepa*, with novel aglycone. **Phytochemistry**, London, GB, v. 62, n. 8, p. 1217-1220, 2003.

FOSSEN, T.; RAYYAN, S.; HOLMBERG, M. H.; NIMTZ, M.; ANDERSEN, O. M. Covalent anthocyanin-flavone dimer from leaves of *Oxalis triangularis*. **Phytochemistry**, London, GB, v. 68, n. 5, p. 652-662, 2007.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 19-23, 1995.

FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. 2. ed. London, GB: Academic, 1993. 684 p.

FURLANI, P. R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 102-115. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

GARZÓN, G. A.; WROLSTAD, R. E. The estabily of pelargonidin-based anthocyanins at varying water activity. **Food Chemistry**, Whiteknights, v. 75, n. 2, p. 185-196, 2001.

GIRARDI, C. L.; SANHUEZA, R. M. V.; BENDER, R. J. **Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. 23 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 31).

GODOY, W. I.; BARROS, I. B. I. de. Importância da polinização na cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.). In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 60-62.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoids research since 1992. **Phytochemistry**, London, GB, v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000.

HEARD, T. A. The role of stingless bees in crop pollination. **Review Entomology**, Moscow, RU, v. 44, p. 183-206, 1999.

HEO, H. J.; LEE, C. Y. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induced apoptosis in PC12 cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 53, n. 6, p. 1984-1989, 2005.

HERMES, C. C.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CARON, B.; POMMER, S. F.; BIANCHI, C. Emissão de folhas de alface em função de soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 269-275, 2001.

HERNANZ, D.; RECAMALES, A. F.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; GONZALEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. Assessment of the differences in the phenolic composition of five strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in two different soilless systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 55, n. 5, p. 1846-1852, 2007.

HONDA, C.; KOTODA, N.; WADA, M.; KONDO, S.; KOBAYASHI, S.; SOEJIMA, J.; ZHANG, Z.; TSUDA, T.; MORIGUCHI, T. Anthocyanin biosynthetic genes are coordinately expressed during red coloration in apple skin. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, FR, v. 40, n. 11, p. 955-962, 2002.

HUERTAS, A. A. G.; SILVEIRA, F. A. A utilização das abelhas na polinização de plantas cultivadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 106, p. 19-26, 1983.

ISLAM, M. S.; JALALUDDIN, M.; GARNER, J. O.; YOSHIMOTO, M.; YAMAKAWA, O. Artificial shading and temperature influence on anthocyanin compositions in sweetpotato leaves. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 1, p. 176-180, 2005.

JOÃO, P. L.; CONTE, A. Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul: 2006. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2007. 83 p.

KIRSCHBAUM, D. S. **Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 1998. 144 f. Dissertação (Mestrado) - University of Florida, Florida.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R. W.; PETERSON, C. M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 5, p. 789-792, 1982.

KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BÖHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 53, n. 14, p. 5640-5646, 2005.

KONCZAK, I.; TERAHARA, N.; YOSHIMOTO, M.; NAKATANI, M.; YOSHINAGA, M.; YAMAKAWA, O. Regulating the composition of anthocyanins and phenolic acids in a sweetpotato cell culture towards production of polyphenolic complex with enhanced physiological activity. **Trends in Food Science & Technology**, Norwich, v. 16, n. 9, p. 377-388, 2005.

KORKINA, L. G. Phenylpropanoids as naturally occurring antioxidants: from plant defense to human health. **Cellular and Molecular Biology**, Noise-le-Grand, v. 53, n. 1, p. 15-25, 2007.

KOSAR, M.; KAFKAS, E.; PAYDAS, S.; BASER, K. H. C. Phenolic composition of strawberry genotypes at different maturation stages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 52, n. 6, p. 1586-1589, 2004.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, New York, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LEITE, C. A. **Microclima e hortaliças**. Disponível em:
<<http://www.polysack.com/files/53db1dfc25c5932b6278e07993faca8e.pdf>>.
Acesso em: 2 out. 2009.

LIEBSCH, D.; MIKICH, S. B. Fenologia reprodutiva de espécies vegetais da Floresta Ombrófila Mista do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 375-391, 2009.

LOCKWOOD, B. **Nutraceuticals**: a guide for healthcare professionals. 2nd ed. London, GB: Pharmaceutical Press, 2007. 426 p.

MADAIL, J. C. M. Sistema de produção de morango desenvolvido na serra gaúcha, município de Caxias do Sul, transição para produção integrada. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MORANGO, 4.; ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 3., 2008, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 23-28.

MALAGODI-BRAGA, K. S. **Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (Fragaria X ananassa Duchese – Rosaceae)**. 2002. 71 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

MALAGODI-BRAGA, K. S.; KLEINERT, A. M. P. Como o comportamento das abelhas na flor do morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch) influencia a formação dos frutos? **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, p. 76-81, 2007. Suplemento.

MANHITA, A. C.; TEIXEIRA, D. M.; COSTA, C. T. Application of sample disruption methods in the extraction of anthocyanins from solid or semi-solid vegetable samples. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, NL, v. 1129, n. 1, p. 14-20, 2006.

MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic, 1982. 203 p.

MARKHAM, K. R. **Techniques of flavonoid identification**. New York: Academic, 1982. 114 p.

MAROUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; ZOLNIER, S. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e implicações no manejo da irrigação em

cultivo sem solo com substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 57-60, 2005.

MARTÍN, M. V. Los plásticos en la protección del cultivo del fresa. **Plasticulture**, Paris, FR, v. 82, n. 2, p. 83-92, 1989.

MARTINEZ, F. C. Sistemas de cultivos hidropônicos. In: FERNANDEZ, M. F.; GÓMEZ, I. M. Q. (Ed.). **Cultivo sin suelo II**. 2. ed. Almería: Dirección General de Investigación y Formación Agraria, 1999. p. 207-228.

MATTIVI, F.; GUZZON, R.; VRHOVSEK, U.; STEFANINI, M.; VELASCO, R. Metabolite profiling of grape: flavonols and anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 54, n. 20, p. 7692-7702, 2006.

MCGREGOR, S. E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington, DC: USDA, 1976. 496 p.

MEDINA, J. L. Análisis y evolución agronômica de las deformaciones de fruto em fresa: posibles soluciones. In: JORNADAS AGRÍCOLAS Y COMERCIALES DE EL MONTE, 20., 2003, Huelva. **Anais...** Huelva: Caja Rural, 2003. p. 101-115.

MEIER, U. **Codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo de la fresa**. 2001. Disponível em: <<http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbchspa.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2009.

MENDONÇA, H.; TAZZO, I.; CALVETE, E.; NIENOW, A.; BONAFÉ, M.; ZERBIELLI, L.; MÜLLER, A.; BOENO, M. Phyllochron strawberry intercropped with fig trees in greenhouse. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 28., 2010, Lisbon, PT. **Abstract...** Lisbon, PT: ISHS, 2010.

MEYERS, K. J.; WATKINS, C. B.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 51, n. 23, p. 6887-6892, 2003.

MONTEALEGRE, R. R.; PECES, R. R.; VOZMEDIANO, J. L. C.; GASCUEÑA, J. M.; ROMERO, E. G. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. **Journal of Food Composition and Analysis**, Roma, IT, v. 19, n. 6/7, p. 687-693, 2006.

MORAES, C. A. G.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de fruta em hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 105-113, 1999.

MOSCATELLI, V.; HNATYSZYN, O.; ACEVEDO, C.; MEGÍAS, J.; ALCARAZ, M. J.; FERRARO, G. Flavonoids from *Artemisia copa* with anti-inflammatory activity. **Planta Medica**, Berlin, DE, v. 72, n. 1, p. 72-74, 2006.

NEUMANN, A. I. C. P.; ABREU, E. S.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco-alimentos, nutracêuticos... Você ouviu falar neles? **Revista de Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 71, p.19-23, 2000.

NITSCH, J. P. Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 37, p. 211-215, 1950.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997. 445 p.

NUNES, E. E. **Caracterização química do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merril) cv. Smooth Cayenne**. 2001. 67 f. Monografia (Graduação em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

NYMAN, N. A.; KUMPULAINEN, J. T. Determination of anthocyanidins in berries and red wine by high-performance liquid chromatography. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 49, n. 9, p. 4183-4187, 2001.

OLIVEIRA, F. E. R. **Qualidade de pêssegos 'Diamante' (*Prunus persica* (L.) Batsch) submetidos ao 1-metilciclopropeno**. 2005. 68 p. Dissertação

(Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de morangueiro cv. "Cegnidarem" sob túnel plástico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2613-2617, 2008.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; WREGE, M. S.; UENO, B.; CASTRO, L. A. S. de. **Otimização da produção nacional de mudas de morangueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 28 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 162).

PAWLOWSKA, A. M.; LEO, M. de; BRACA, A. Phenolics of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits: identification of anthocyanins and gallic acid derivatives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 54, n. 26, p. 10234-10238, 2006.

PAZMIÑO-DURÁN, E. A.; GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E.; GLORIA, M. B. A. Anthocyanins from banana bracts (*Musa X paradisiaca*) as potential food colorants. **Food Chemistry**, Whiteknights, v. 73, n. 3, p. 327-332, 2001.

PEREIRA, C.; MARCHI, G. **Cultivo comercial em estufa**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 116 p.

PINHEIRO, R. V. R.; MARTELETO, L. O.; SOUZA, A. C. G. de; CASALI, W. D.; CONDÉ, A. R. Produtividade e qualidade dos frutos de dez variedades de goiaba, em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e à industrialização. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 31, p. 360-387, 1984.

PIVETTA, C. R.; TAZZO, I. F.; MAASS, G. F.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro

(*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1274-1280, 2007.

PROESTOS, C.; CHORIANOPOULOS, N.; NYCHAS, G. J. E.; KOMAITIS, M. RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts: investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 53, n. 4, p. 1190-1195, 2005.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; NOHYNEK, L.; ALAKOMI, H. L.; OKSMAN-CALDENTY, K. The action of berry phenolics against human intestinal pathogens. **Biofactors**, Amsterdam, NL, v. 23, n. 4, p. 243-251, 2005.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. Q.; MENDAÇOLLI, S. L. J.; PASSOS, F. A.; SANTOS, R. R. dos. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 29-44, 1996.

RABABAH, T. M.; EREIFEJ, K. I.; HOWARD, L. Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins, and color in fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 53, n. 11, p. 4444-4447, 2005.

RAMOS, L. A.; LUPETTI, K. O.; CAVALHEIRO, E. T. G.; FATIBELLO-FILHO, O. Utilização do extrato bruto de frutos de *Solanum nigrum* L no ensino de Química. **Eclética Química**, São Carlos, v. 25, p. 229-240, 2000.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; RADIN, B. Técnicas de proteção da cultura do morangueiro com filmes de polietileno de baixa densidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 115-132.

RICE-EVANS, C. Flavonoid antioxidants. **Current Medicinal Chemistry**, Amsterdam, NL, v. 8, n. 7, p. 797-807, 2001.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: Emater-Paraná, 1998.

ROSA, H. T. **Emissão e crescimento de folhas e seus efeitos na produção de frutas de duas cultivares de morangueiro**. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RUBINSKIENE, M.; VISKELIS, P.; JASUTIENE, I.; VISKELIENE, R.; BOBINAS, C. Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins. **Food Research International**, Ontario, v. 38, n. 8/9, p. 867-871, 2005.

SANHUEZA, R. M. V.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C.; FREIRE, J. M. **Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Sistema de Produção, 6). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha>>. Acesso em: 16 out. 2009.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 24-29, 1999.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic content in fruit. **Nutrition**, Los Angeles, v. 21, n. 2, p. 207-213, 2005.

SCIPIONE. **Bichos construtores**. Disponível em: <<http://www.scipione.com.br/educa/galeria/01-bichos/bicho-11.htm>>. Acesso em: 8 out. 2010.

SHIH, P.; YEH, C.; YEN, G. Effects of anthocyanidin on the inhibition of proliferation and induction of apoptosis in human gastric adenocarcinoma cells. **Food and Chemical Toxicology**, London, GB, v. 43, n. 10, p. 1557-1566, 2005.

SILVA, F. L. da; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T.; ALONSO, J. J. P.; RIVAS-GONZALO, J. C.; SANTOS-BUELGA, C. Anthocyanin pigments in strawberry. **LWT**, Zurique, v. 40, n. 2, p. 374-382, 2007.

SORIA, E. A.; EYNARD, A. R.; QUIROGA, P. L.; BONGIOVANNI, G. A. Differential effects of quercetina and silymarin on arsenite-induced citotoxicity in two human breast adenocarcinoma cell lines. **Life Sciences**, Stockholm, v. 81, n. 17/18, p. 1397-1402, 2007.

STAHL, W.; SIES, H. Carotenoids and flavonoids contribute to nutritional protection against skin damage from sunlight. **Molecular Biotechnology**, Totowa, v. 37, n. 1, p. 26-30, 2007.

STRECK, N. A.; BELLÉ, R. A.; ROCHA, E. K. da; SCHUH, M. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1448-1450, 2005.

STRECK, N. A.; PAULA, F. L. M. de; DELLAI, J.; BISOGNIN, D. A.; PAULA, A. L. de. Filocrono em batateira afetado pelo tamanho do tubérculo-semente e pela época de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 137-143, 2009.

STRECK, N. A.; WEISS, A.; XUE, Q.; BAENZIGER, P. S. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, London, GB, v. 92, p. 181-190, 2003.

SUN, J.; CHU, Y.; WU, X.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 50, n. 25, p. 7449-7454, 2002.

VEIGA JÚNIOR, W. G. da. O morango e sua evolução comercial. In: CARVALHO, S. P. (Coord.). **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: CeasaMinas, 2006. p. 119-126.

VENDRAMINI, A. L.; TRUGO, L. C. Phenolic compounds in acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 15, n. 5, p. 664-668, 2004.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (Fragaria X ananassa Duch.) produzidas em sistema de vasos suspensos**. 2004. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) –

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Técnicas para diversas análises de alimentos**. Lavras: Ed. da UFLA, 1999. 74 p.

WALTER, L. C.; ROSA, H. T.; SILVA, M. R. da; LANGER, J. A.; STRECK, N. A. Filocrono de dois clones de morangueiro em diferentes datas de plantio em Santa Maria, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16., 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2009. v. 1, p. 1-4.

WANG, S. Y.; LIN, H. Compost as a soil supplement increases the level of antioxidant compounds and oxygen radical absorbance capacity in strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 51, n. 23, p. 6844-6850, 2003.

WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. In: FRANCIS, F. J.; LAURO, G. J. (Ed.). **Natural food colorants**. New York: Marcel Dekker, 2000. p. 237-252.

WU, Q. K.; KOPONEN, J. M.; MYKKÄNEN, H. M.; TÖRRÖNEN, A. R. Berry phenolic extracts modulate the expression of p21waf1 and bax but not Bcl-2 in HT-29 Colon cancer cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 55, n. 4, p. 1156-1163, 2007.

Capítulo 6

Cultivo de pessegueiro em ambiente protegido

Carlos Reisser Junior

José Francisco Martins Pereira

Introdução

Inicialmente, os efeitos da cobertura plástica sobre as plantas, conforme visualizado na Figura 1, foram utilizados no cultivo de flores e hortaliças; e ainda hoje essas espécies, principalmente as hortaliças, ocupam grande parte das áreas cobertas com plástico, tanto no Brasil como no Mundo.



Figura 1. Cobertura plástica em pessegueiros durante o período vegetativo-produtivo, em Pelotas, RS.

Foto: Carlos Reisser Jr.

O número de países que cultivam frutas sob plástico é pequeno, pois, conforme Wittwer e Castilla (1995), dentre os vários países que usam essa técnica, somente Japão, Itália, Marrocos, Espanha e Portugal aparecem nas estatísticas mundiais. Considerando-se proteção cultural, há muito tempo usado na agricultura mundial, estruturas de quebra-vento já eram usadas na produção de morangos, uvas e melões. Os países orientais e mediterrâneos se destacavam no uso dessa técnica.

Conforme Wittwer e Castilla (1995), de todas as frutas, o morango é o mais promissor para cultivo em estufas e túneis, visto que no Japão, na China, em Israel e em países mediterrâneos, seu cultivo é praticamente todo sob plástico. Para os mesmos autores, a produção de uvas sob plástico foi uma das primeiras a se tornar evidente, na Bélgica, nos anos

1970. Inicialmente outras frutas, como banana, citros, pera, pêsego, ameixa e abacaxi, também foram cultivadas utilizando essa técnica, e ainda hoje são cultivadas em países como Japão, Itália, Marrocos, Ilhas Canárias, na Espanha, e Ilha dos Açores, em Portugal.

Em dados mais atualizados, Lamont Junior (2009) mostra que a área mundial de túneis e estufas plásticas encontra-se em torno de 586.000 ha, sendo que somente a região asiática possui 440.000 ha.

Como não são comuns dados de espécies de fruteiras de clima temperado cultivados sob proteção, pode-se fazer um comparativo como exemplo da relação entre espécies. Nos Estados Unidos, dos 41 estados que cultivam sob plástico (CAREY et al., 2009), somente em 23 cultivam frutas como amora-preta, cereja, mirtilo, morango, melão e framboesa; enquanto que hortaliças, como tomate, folhosas, pepinos e pimentões, e flores são cultivadas em quase todos os estados.

Como se pode verificar, a produção de frutas em túneis e estufas ainda é bem reduzida quando comparada à produção de flores e principalmente hortaliças, determinando que a bibliografia sobre a proteção de fruteiras de clima temperado é escassa nas revistas brasileiras e nas de língua inglesa. Verifica-se, porém, que, em revistas que circulam em línguas orientais, os trabalhos nessa área são mais comuns.

Condições climáticas

O pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch), caracterizado como uma fruteira de caroço, necessita de condições climáticas especiais para que haja superação das diversas fases fenológicas. Durante a dormência, temperaturas abaixo de 7,2 °C são importantes para que a planta saia dessa fase com adequada brotação. Durante a brotação, floração, e frutificação, as temperaturas mais adequadas são as maiores do que 15 °C, e para a vegetação e maturação das frutas, temperaturas superiores a 25 °C (FACHINELLO; MARODIN, 2004). Várias são as cultivares

desenvolvidas e disponíveis para o setor produtivo, desde regiões frias, com mais de 1.000 horas de frio abaixo de 7,2 °C, até regiões mais quentes com aproximadamente 100 horas de frio.

As temperaturas extremas, durante o ciclo produtivo da espécie, também podem ser prejudiciais à produção e à sobrevivência da planta. Durante a floração, temperaturas próximas a 2 °C podem causar dano na fixação dos frutos, porém ocorrência de temperaturas de 1 °C por mais de 30 minutos pode causar graves danos comprometendo a produtividade.

O vento e a chuva, outras duas variáveis climáticas que influem sobre o desenvolvimento da espécie, são responsáveis por disseminar e favorecer doenças fúngicas e bacterianas, causar danos físicos no pomar, bem como reduzir o índice de pegamento das flores.

Dentre os patógenos mais importantes para o pessegueiro, destacam-se a podridão-parda, ferrugem e bacterioses, as quais são responsáveis, segundo Mio et al. (2004), pela baixa produção brasileira quando comparada com outros países produtores. Esses patógenos são favorecidos principalmente por condições de elevada umidade relativa do ar, em grandes períodos de chuvas, conjuntamente com temperaturas do ar em torno de 20 °C a 25 °C. Ferrugem (*Tranzschelia discolor*), podridão-parda (*Monilinia fructicola*), sarna (*Cladosporium carpophilum*) e bacterioses (*Xantomonas arboricola*) são favorecidas em condições de clima quente (25 °C a 30 °C) e úmido (umidade relativa do ar acima de 95%).

Como exceções a essas condições, a doença chamada de chumbinho ou furo-de-bala (*Wilsonomyces carpophilus*) se desenvolve melhor em climas secos (umidade relativa do ar próximo a 60%) com temperaturas elevadas, e a crespeira (*Thaphrina deformans*) que apresenta melhor desenvolvimento em condições de temperatura entre 18 °C e 20 °C com períodos prolongados de chuva. Outra doença que depende de chuva para seu desenvolvimento é a gomose (*Botryosphaeria dothidea*) que se dissemina com as suas gotas.

O controle dessas doenças é realizado, principalmente, com produtos químicos ao longo de todo o ciclo da cultura. Essa prática impede a utilização de alguns sistemas de produção como ecológicos e orgânicos, bem como cria uma expectativa de redução de consumo in natura, em razão da desconfiança de contaminação química.

Uma nova maneira de reduzir e controlar alguns patógenos é o uso de coberturas plásticas, prática usada em vários países e em diversas espécies. No Brasil, o uso da técnica em fruteiras de clima temperado não é comum, mas o cultivo de uva vem apresentando crescimento, principalmente em regiões de cultivo para mesa em regiões e épocas fora da indicação técnica.

Resultados preliminares da produção de pêssegos sob cobertura na linha de plantas

A cobertura de plantas de caroço como o pessegueiro apresenta uma limitação importante na adoção da técnica que é a lucratividade. Assim, de acordo com Lang (2009), para viabilizar a técnica, a produção necessita de alto potencial de preço para justificar investimentos em proteção com filmes plásticos.

Na implantação de pomares sob cobertura, deve-se atentar para a condução das plantas. Para reduzir a área coberta, recomenda-se a condução das plantas em espaldeira ou renque que reduz a largura das plantas e, portanto, a largura da faixa coberta (Figuras 1, 2 e 3). O tutoramento das plantas com arame também se faz necessário para mantê-las junto à linha central e facilitar o arranjo de ramos. Por consequência da redução do tamanho da planta, são afetados vários fatores no sistema de produção, como custo de mão de obra na poda e condução da planta. Outro fator, relacionado à condição hídrica do solo, modificada pela proteção do sistema radicular, pode determinar

necessidade de complementação de água por irrigação em regiões de baixa precipitação, elevando os custos de produção.



Figura 2. Cobertura plástica em pessegueiros durante o período de dormência, em Pelotas, RS.

Foto: Carlos Reisser Jr.



Figura 3. Cultivar Maciel de pessegueiro, com 3 anos, conduzido em espaldeira sob proteção de filmes plásticos. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Foto: Carlos Reisser Jr.

Foi verificado que plantas protegidas desde o transplante se desenvolvem com menores taxas de crescimento, ligadas ao número dos lançamentos e altura de planta (Tabela 1). Isso se deve principalmente à redução da umidade junto ao sistema radicular em desenvolvimento. A redução se dá devido a maior distância da planta em que a água da chuva se precipita. Esse fenômeno é mais pronunciado em períodos de ocorrência de precipitações de baixo volume (menos de 10 mm).

A Figura 4 mostra a diferença do potencial de umidade do solo, relacionado com a umidade disponível às plantas, em plantas com e sem proteção. Observa-se que em períodos mais secos, de 90 a 120 dias, as tensões apresentam diferenças ainda maiores entre pomares cobertos e

descobertos. Nos períodos mais chuvosos, as diferenças se reduzem em função do movimento da umidade em direção às plantas protegidas.

Tabela 1. Média das variáveis (cm) em plantas de pessegueiro, cultivadas sob e fora da cobertura plástica, sob duas formas de condução (palmeta e vaso aberto), de diferentes cultivares (Maciel e Eldorado). Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2008.

Tratamento	Altura planta (cm)	Comprimento lança (cm)	Número lança	Espaço entrenós (cm)	Espaço entrerramos (cm)	Diâmetro tronco (cm)	Nº brotações nos ramos
Com plástico	157,5	41,21	30,0	2,43	5,56	3,42	70,0
Sem plástico	199,0	42,69	36,5	2,52	5,60	3,88	84,0
Palmeta	178,2	41,95	33,2	2,47	5,58	3,65	77,0
Vaso	137,0	43,50	20,0	1,25	4,07	3,48	69,0
Maciel	157,5	36,13	28,5	2,16	5,57	3,84	53,5
Eldorado	148,5	41,21	30,5	2,70	5,15	3,19	96,5

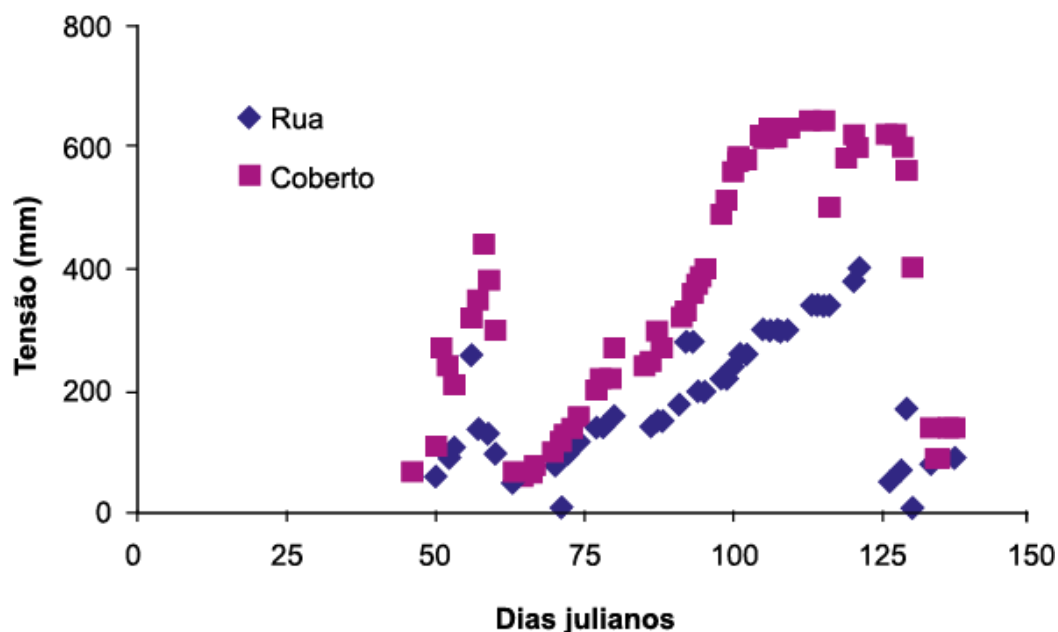


Figura 4. Variação da tensão da água no solo a 35 cm de profundidade, com e sem cobertura plástica na linha de plantas de pessegueiro. Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Resultados relativos à planta

A cobertura da planta pode causar elevação de temperatura dos ramos localizados na parte superior da planta, próximos ao filme, durante o período de dormência da plantas. Na Figura 5 pode-se observar que a diferença de temperatura entre os ramos das plantas comparadas aumenta à medida que a disponibilidade de radiação solar aumenta. Com relação à temperatura do ar, verifica-se que não existe ganho de temperatura nos ramos com cobertura. Essa prática de proteção solar dos ramos não pode ser utilizada na redução da temperatura dos ramos quando houver interesse em fazê-lo. O aumento da temperatura dos ramos cobertos em relação aos não cobertos provavelmente se deva à redução da ventilação do ambiente formado na parte superior das plantas, o que permite armazenamento de energia e, conseqüentemente, elevação da temperatura.

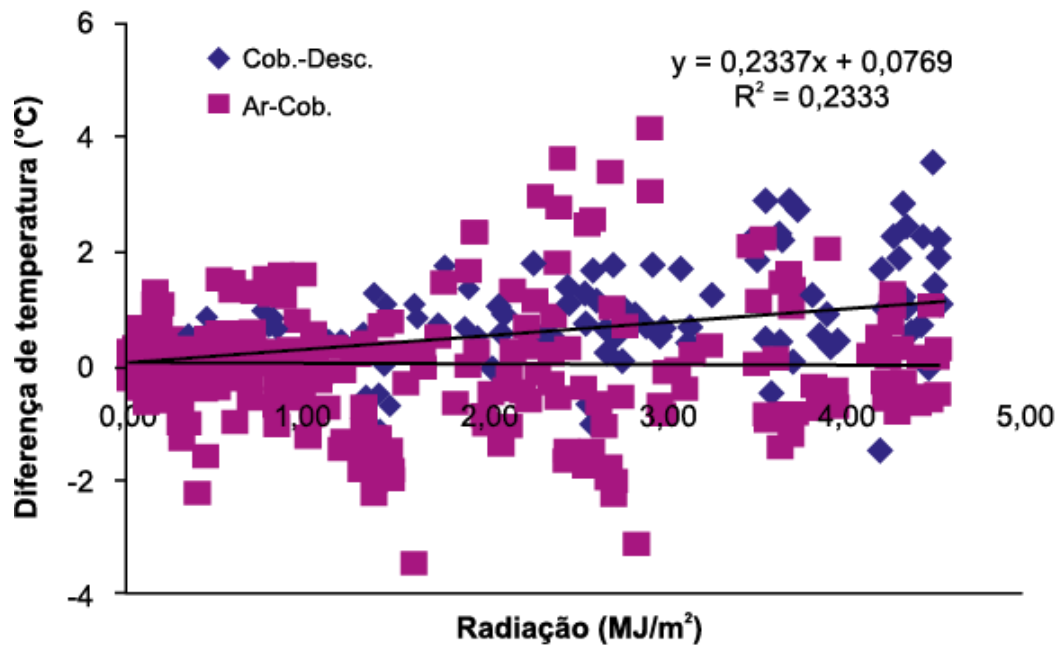


Figura 5. Relação entre as diferenças de temperatura dos ramos de pessegueiro descobertos e cobertos com filme plástico a 1,7 m de altura do solo (Cob-Desc), e de temperatura dos ramos de pessegueiro cobertos com filme plástico com o ar, em função da disponibilidade de radiação solar. Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Com relação à umidade relativa do ar, próximo às copas das plantas cobertas com filmes plásticos existe uma tendência de redução do número de horas com umidade relativa acima de 95%, provavelmente devido à maior temperatura que se estabelece próximo ao filme (Figura 6).

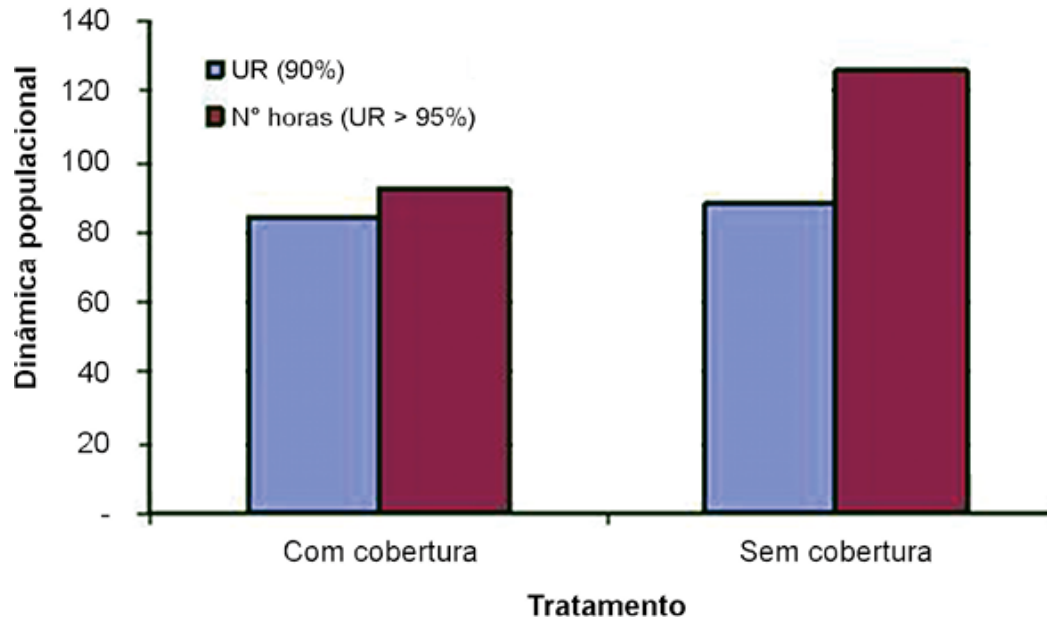


Figura 6. Umidade relativa média do ar e número total de horas com umidade relativa do ar superior a 95%, junto ao dossel vegetativo das plantas de pessegueiro, cobertas com filme plástico (COM) e descobertas (SEM), durante a fase vegetativa. Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Os resultados de produção das plantas, nos primeiros anos, mostraram que existe uma tendência favorável às plantas cobertas com filmes plásticos. As plantas cobertas apresentaram 66% a mais na produção de frutos do que as não cobertas, no primeiro ano de cultivo, mas essa superioridade desapareceu no segundo ano (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de frutos por planta (kg) de pessegueiro com e sem cobertura plástica na linha de plantas. Agrometeorologia, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Tratamento	Produção por planta (kg)	
	1º ano	2º ano
Coberto	2,36	9,39
Descoberto	1,58	9,60

Um fator de mudança de crescimento de plantas cobertas com plástico é a duração do período de vegetação desde a saída da dormência até a queda das folhas (Figura 7). A cobertura retém as folhas por um período mais longo, resultado esse também observado em cerejeiras por Lang (2009). A área foliar de plantas cobertas das cultivares Maciel e Eldorado, quando medidas próximo ao fim do ciclo anual (mês de abril), foi quase o dobro da área foliar das mesmas cultivares sem cobertura (22,2 m² para 12,2 m² e 33,9 m² para 16,6 m² respectivamente).



Figura 7. Plantas de pessegueiro da cultivar Eldorado, cultivadas com e sem proteção de filmes plásticos. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Fotos: Carlos Reisser Jr.

Ácaros

Quanto ao estudo da incidência de ácaros, tem-se verificado que a cobertura exerce algum controle em ácaros brancos para as duas cultivares estudadas, Eldorado e Maciel (Figura 8). De acordo com Flechtmann (1990), os tetraniquídeos são favorecidos pela baixa umidade relativa, que determina maior capacidade de ingerir alimento e eliminar água através de evaporação pela cutícula. Já o efeito sobre os ácaros vermelhos é diferenciado entre as cultivares, visto que, na cultivar

Eldorado, o efeito de controle é maior do que na cultivar Maciel, menos atraída pelo inseto (Figura 9).

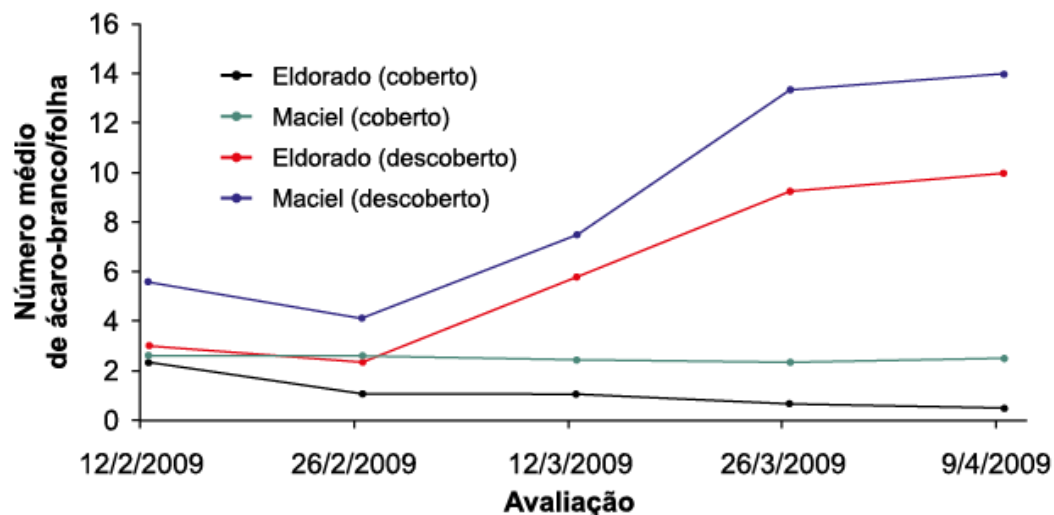


Figura 8. Dinâmica populacional do ácaro-branco em plantas de pessegueiro das cultivares Eldorado e Maciel, conduzidas sob cobertura plástica e a céu aberto. Entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

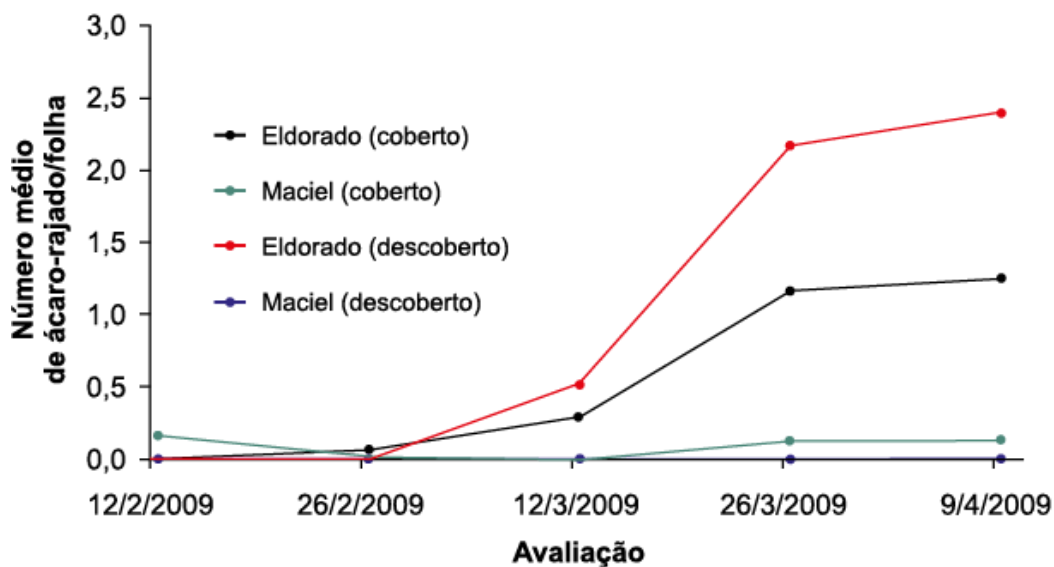


Figura 9. Dinâmica populacional do ácaro-rajado em plantas de pessegueiro das cultivares Eldorado e Maciel, conduzidas sob cobertura plástica e a céu aberto. Entomologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2009.

Com relação à presença de ácaros predadores, o ambiente com proteção não determinou um padrão constante, mostrando que as flutuações das populações dependem mais de condições ambientais e do material genético.

Doenças

Pode-se observar, na Tabela 3, que, de maneira geral, os níveis de ocorrência de doenças são reduzidos em plantas cobertas, tanto nas folhas como nos frutos. A cobertura plástica pode reduzir de 3 a 4 vezes mais a incidência da podridão-parda no frutos, principal doença responsável pelas maiores perdas nos pomares.

Tabela 3. Incidência de doenças que atacam folhas e frutos de plantas, em duas cultivares de pessegueiro (Eldorado e Maciel), cultivados com e sem proteção de filmes plásticos. Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Tratamento	Incidência de doenças por ambiente de cultivo	
	Descoberto	Coberto
‘Eldorado’		
Folha e ramo		
Crespeira	0,656	0,125
Ferrugem	0,875	0,531
Bacteriose	1,094	1,531
Fusicocus	0,469	0,531
Podridão-parda	0,406	0,375
Fruto		
Bacteriose	0,031	0,000
Podridão-parda	0,719	0,281
Sarna	0,000	0,000
‘Maciel’		
Folha e ramo		
Crespeira	0,906	0,063
Ferrugem	1,094	0,781
Bacteriose	1,219	1,469
Fusicocus	0,219	0,375
Podridão-parda	0,500	0,281
Fruto		
Bacteriose	0,063	0,125
Podridão-parda	1,188	0,344
Sarna	0,000	0,000

Quanto à bacteriose e ao fusicocus, observam-se maior incidência da doença em plantas protegidas, provavelmente devido à influência da estrutura na velocidade do vento que passa através da planta. É importante salientar que os níveis de ataque nas duas conduções da planta foram baixos, e essas doenças afetam pouco a produtividade dos pomares. A incidência dessas doenças não influenciou na queda precoce de folhas das plantas, o que pode ser observado na Figura 7, em que plantas cobertas apresentam área foliar muito maior do que plantas sem cobertura.

Produção em estufas plásticas

Os trabalhos realizados com produção de pêssegos dentro de estufas plásticas (Figura 10) foram ainda mais simples, porém foram contundentes em mostrar algumas características das plantas e dos frutos.



Figura 10. Aspecto geral do cultivo de pessegueiros em vasos, em estufas plásticas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Foto: José Francisco Martins Pereira.

Em primeiro lugar, a proteção dos frutos quanto à ocorrência de podridão-parda. Todos os frutos ficaram sem incidência da doença (Figuras 11 e 12), inclusive após períodos de mais de 20 dias armazenados. Esses resultados foram conseguidos sem nenhuma aplicação química de produtos fitossanitários. Outra característica marcante nos frutos foi a pilosidade. Esse pode ser um dos fatores responsáveis pela imunidade à podridão, juntamente com a inexistência de insetos pragas que danificam os frutos.



Figura 11. Aspectos gerais das características das plantas de pessegueiro, cultivadas em vasos dentro de estufas plásticas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Foto: José Francisco Martins Pereira.



Figura 12. Aspectos gerais do pêssego produzido em estufa plástica sem uso de produtos químicos. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2008.

Foto: José Francisco Martins Pereira.

Com relação a pragas, foi importante o ataque de ácaros às plantas, causando inclusive desfolha precoce, o que veio a influir na entrada e saída da dormência das plantas (Figura 10).

Referências

CAREY, E. E.; JETT, L.; LAMONT JUNIOR, W. J.; NENNICK, T. T.; ORZOLEK, M.; WILLIAMS, K. A. Horticultural crop production in high tunnels in the United States: A snapshot. **HortTechnology**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 37-43, 2009.

FACHINELLO, J. C.; MARODIN, G. A. B. Implantação de pomares. In: MONTEIRO, L. B.; MIO, L. L. M. de; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C.; CUQUEL, F. L. C. **Fruteiras de caroço**: uma visão ecológica. Curitiba: Ed. da UFPR, 2004. p. 33-48.

FLECHTMANN, C. H. W. **Ácaros de importância agrícola**. 7. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 192 p.

LAMONT JUNIOR, W. J. Overview of the use of high tunnels worldwide. **HortTechnology**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 25-29, 2009.

LANG, G. A. High tunnel tree fruit production: the final frontier? **HortTechnology**, Alexandria, v. 19, n. 1, p. 50-55, 2009.

MIO, L. L. M. de; GARRIDO, L.; UENO, B. Doenças de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L. B.; MIO, L. L. M. de; SERRAT, B. M.; MOTTA, A. C.; CUQUEL, F. L. C. **Fruteiras de caroço**: uma visão ecológica. Curitiba: Ed. Da UFPR, 2004. p. 169-219.

WITTEWER, S. H.; CASTILLA, N. Protected cultivation of horticultural crops worldwide. **HortTecnology**, Alexandria, v. 5, p. 6-23, 1995.

Capítulo 7

Cultivo de videira em ambiente protegido

Henrique Pessoa dos Santos
Geraldo Chavarria

Introdução

A videira (*Vitis* sp.) pertence à família Vitaceae ou Ampelidaceae, e à ordem Rhamnales. Morfologicamente as plantas dessa família são caracterizadas pela presença de gavinhas e inflorescências opostas às folhas. Estão distribuídas nos gêneros *Vitis*, *Muscadinia*, *Ampelocissus*, *Parthenocissus*, *Landukia*, *Ampelopsis*, *Clematicissus* e *Rhoicissus*, sendo que o primeiro tem maior importância econômica, principalmente com as espécies *V. labrusca* e a *V. vinifera*. Embora haja exceções, a grande maioria das espécies tem hábito de trepadeira, ou seja, sobem utilizando outras plantas ou suportes como apoio. Essa característica de não ter apoio próprio permite com que os caules dessas trepadeiras sejam estreitos, flexíveis e capazes de atingir altas taxas de crescimento em altura e comprimento (MULLINS et al., 1992).

O cultivo da videira teve o seu princípio na era neolítica (6000 a 5000 a.C.) ao longo da costa leste do Mar Negro, em uma região conhecida como Transcaucásia, na Ásia Menor (MULLINS et al., 1992; WINKLER et al., 1974). Além disso, achados arqueológicos de sementes de videira (*Vitis vinifera*, ou seu progenitor *Vitis silvestris*) indicam que a videira estava distribuída por toda a Europa

desde os períodos de 7.500 a 2.500 anos atrás (MIELE; MIOLO, 2003; MULLINS et al., 1992). A tradição da viticultura e a mitologia do vinho favoreceram a difusão mundial do cultivo da videira, o que tem posto essa cultura em uma posição privilegiada, comparativamente a outros cultivos (MULLINS et al., 1992). No Brasil, a introdução de material vegetativo de videira ocorreu por intermédio dos portugueses; em 1532 chegaram as primeiras cepas na capitânia de São Vicente, atual litoral de São Paulo (LEÃO; POSSÍDIO, 2000; MIELE; MIOLO, 2003; MULLINS et al., 1992).

A uva é a fruta mais importante economicamente no mundo, atingindo em 2009 uma área de cultivo de 7.437.141 ha. A viticultura está concentrada entre os paralelos 30° e 50° de latitude Norte e entre 30° e 45° de latitude Sul, enfrentando climas do tipo temperado, mediterrâneo e áridos em diferentes níveis. Nessas condições, a produção mundial foi de 66.935.199 toneladas (FAO, 2011). Aproximadamente 71% dessa produção é utilizada para a produção de vinhos e derivados; do restante, 27% são destinados para consumo in natura, e 2% para a produção de frutas secas (CONDE et al., 2007).

No Brasil, a uva de mesa se apresenta como a principal fruta na pauta de exportações. No ano de 2011, foram exportadas 59,4 mil t dessa fruta in natura, 4,5 mil t de suco de uva, 1,2 milhões L de vinho e 112.000 L de espumante (MELLO, 2012a). Contudo, em relação às uvas na forma de passas, o Brasil ainda é totalmente dependente do mercado externo, em que no ano de 2011 foram importadas 24,3 mil t de uvas passificadas (MELLO, 2012a). Em 2012, o País possui cerca de 88.915 ha com cultivo de videira,

sendo que na safra de 2012 foram colhidas 1.463.481 t de uvas, das quais 829.589 t no Estado do Rio Grande do Sul (MELLO, 2012b).

Considerando a distribuição nacional, a vitivinicultura se situa principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco. O Rio Grande do Sul é responsável por 90% da produção nacional de vinhos e derivados. Nesse estado, destacam-se as regiões vitivinícolas da Campanha, da Serra do Sudeste e da Encosta Superior do Nordeste, conhecida como “Serra Gaúcha”. Essa corresponde à principal região vitícola do Rio Grande do Sul e, conseqüentemente, do Brasil.

No Brasil, os tipos de clima nas regiões vitícolas produtoras de uvas de mesa e de processamento, com uma colheita anual, são de tipo temperado quente e subtropical (TONIETTO, 2003). Esse é o caso da Serra Gaúcha, que, apesar de ser considerada climaticamente viável ao cultivo de videiras, apresenta-se com uma série histórica pluviométrica com tendência ao excesso no período de maturação e colheita, se comparada a regiões vitícolas tradicionais de outros países (WESTPHALEN; MALUF, 2000). Além dessa região, destaca-se também a região norte do Paraná com a produção de uva de mesa, cujo manejo se diferencia das demais regiões produtoras do Sul do País, em função da dupla poda anual, obtendo-se duas safras em um ano (KISHINO et al., 2007). Contudo, nessa região do Paraná, o clima é quente e úmido durante o ciclo de produção da videira, favorecendo a ocorrência de doenças fúngicas e perdas que podem atingir a totalidade da produção (NAVES et al., 2005).

Nessas condições climáticas, a sustentabilidade da produção de uva está atrelada ao manejo de aplicações preventivas e frequentes de produtos químicos para o controle das doenças fúngicas na parte aérea (ex.: antracnose, míldio e podridões), começando no início da brotação e se estendendo até o final do ciclo vegetativo. Além disso, em muitas safras, as colheitas são antecipadas e realizadas fora do ponto ideal de maturação, com o intuito de se evitar os prejuízos causados pelas chuvas (ex.: rompimento de bagas e apodrecimento de cachos). Esse cuidado torna-se ainda mais acentuado para as cultivares *Vitis vinifera*, que são as mais suscetíveis a doenças e as mais valorizadas no mercado da uva de mesa e do vinho (CHADHA; SHIKHAMANY, 1999; NAVES et al., 2005; WESTPHALEN; MALUF, 2000).

De modo geral, pode-se dizer que a qualidade da uva de mesa e da uva para vinificação no Brasil e, conseqüentemente, a qualidade dos vinhos, está muito atrelada às variações climáticas que ocorrem entre localidades e, principalmente, entre safras (MANDELLI, 2004; TONIETTO, 2003).

Com a criação da indústria petroquímica, nos anos 1930, o plástico tornou-se disponível para diversos setores. Diante disso, a partir da segunda guerra mundial, o setor agrícola começou a utilizar esse material em diferentes campos de aplicação. O emprego do plástico tem sido maior na produção de alimentos, substituindo materiais tradicionais como madeira, vidro, ferro e cimento, com a finalidade de minimizar os custos de produção e inovar técnicas tradicionais para se obter aumento de produtividade e qualidade. Dessa forma, a plasticultura pode ser definida como a técnica da

aplicação dos materiais plásticos na agricultura (PURQUERIO; TIVELLI, 2006; SGANZERLA, 1995).

O cultivo protegido tem sido uma estratégia importante na agricultura, permitindo incrementos de produção e qualidade das culturas, quando se esgotam as tentativas convencionais de manejo (ARAÚJO; CASTELLANE, 1996; DETONI et al., 2007). Nesse diferente ambiente de cultivo, as plantas são impostas a novos limites de produtividade, pelo maior controle das variações ambientais, podendo então expressar o máximo potencial genético. Portanto, nessa circunstância, o cultivo protegido apresenta diferentes exigências no manejo fitotécnico e fitossanitário, pois podem ocorrer condições favoráveis a determinadas influências bióticas ou abióticas, que são distintas do cultivo convencional (VIDA et al., 2004).

A utilização de cobertura plástica em vinhedos nacionais vem tomando maiores proporções em área nos últimos anos. Nos primeiros registros, em 2005, tinha-se 700 ha, 80 ha e 70 ha, respectivamente, para o Nordeste do Brasil e os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MOTA, 2007). Contudo, em 2011, somente na Serra Gaúcha já foram comercializados plásticos para atingir uma cobertura de 900 ha, o que corresponde a um crescimento de 10 vezes no período de seis anos.

Esse avanço em área está atrelado basicamente à maior oferta da indústria de materiais plásticos específicos para cultivo protegido de videiras. Além disso, destaca-se a influência dos avanços no conhecimento científico gerado e constantemente divulgado, em ações de transferência, para técnicos e produtores, nos últimos oito anos, por instituições de pesquisa, extensão e ensino (tais como

Embrapa, Emater/RS, Emater/PR, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e associações de produtores) da região Sul do Brasil.

Nas áreas protegidas (Figura 1A) predominam cultivares *Vitis vinifera* (ex.: 'Itália', 'Benitaka', 'Brasil', 'Rubi') e *Vitis labrusca* (ex.: 'Niágara Branca' e 'Niágara Rosa') destinadas ao consumo in natura. Entretanto, em algumas áreas da Serra Gaúcha, também já está sendo utilizada a cobertura plástica em vinhedos destinados à elaboração de vinhos (CHAVARRIA, 2008; MOTA, 2007; SANTOS, 2005) (Figuras 1B e 1C). Esse último grupo de uva tem apresentado menores investimentos na técnica de cultivo protegido, principalmente pela pequena relação entre o custo das coberturas e a valorização comercial dessa uva para processamento.



Figura 1. Áreas cobertas com videiras para consumo in natura, cultivar Itália (A) em Farroupilha, RS; e para elaboração de vinhos finos, cultivar Moscato Giallo (B) em Flores da Cunha, RS; e Cabernet Sauvignon (C) em Caxias do Sul, RS.

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos (A e C); Geraldo Chavarria (B).

Algumas vinícolas que estão investindo nessa técnica conseguem ganhos com a comercialização do vinho diferenciado e não com o preço da uva, o que pode compensar o investimento em cultivo protegido. Contudo, a maioria dos produtores de uva para vinho apenas vende a uva para as cantinas e não processa a própria produção. Desse modo, o retorno econômico obtido pela

comercialização da uva é muito baixo, atingindo uma média geral de R\$ 0,75 kg⁻¹, independente da cultivar e grau glucométrico (CONAB, 2011), o que não cobre os custos atuais de investimento em cobertura plástica (aproximadamente U\$ 40.000,00 ha⁻¹, considerando os custos com postes, estrutura metálica de sustentação e plásticos). Destaca-se ainda que os plásticos correspondem a 50% desse valor inicial de investimento e apresentam em média uma vida útil de 5 anos.

Características do cultivo protegido de videiras

Na essência, o cultivo protegido de videira é formado por duas partes complementares e imprescindíveis: 1) a estrutura de sustentação e 2) o plástico de cobertura impermeável à água das chuvas (Figura 1). A ausência de uma dessas partes impede a existência do cultivo protegido. Inicialmente, destaca-se a estrutura de sustentação, a qual tem como principais objetivos a fixação, a sustentação e a proteção do plástico de cobertura, bem como a definição da forma da cobertura. Se a estrutura de sustentação não conferir esses objetivos, vai comprometer seriamente a vida útil do plástico e, conseqüentemente, a viabilidade econômica dessa técnica de cultivo.

Com relação aos tipos de sustentação, já foram testadas algumas variações, com base no material adotado, na forma e no sistema de condução das parreiras. Quanto ao material adotado, a madeira está presente na maioria dos casos, na posição de estrutura ou, até mesmo, na posição de sustentação do plástico na forma de cruz

(Figura 2) ou em V (Figura 3). A sustentação em forma de cruz é mais recomendada para parreirais que adotam o sistema de condução latada, enquanto a sustentação em V é adotada em sistema de condução Y.



Figura 2. Vinhedo de ‘Cabernet Sauvignon’ com estrutura de madeira em cruz para sustentação do plástico de cobertura. Sem o plástico (A); com a colocação do plástico (B); detalhe interno da sustentação sem arcos e ocorrência de rasgos (C); instalação de arcos de aço galvanizado sobre a estrutura de madeira para evitar rasgos (D).

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos.

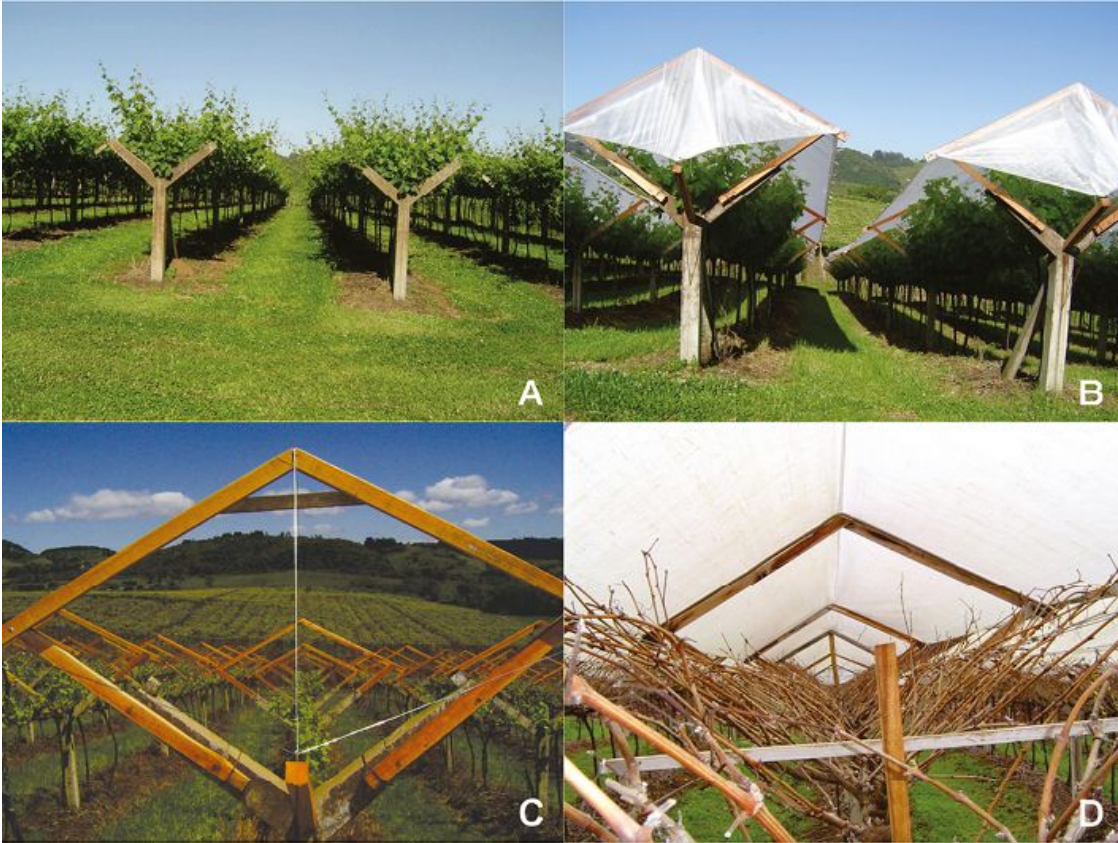


Figura 3. Vinhedo de 'Moscato Giallo' com estrutura de madeira em V para sustentação do plástico de cobertura. Sem o plástico (A); com a colocação do plástico (B); detalhe interno da estrutura de sustentação de madeira (C e D).

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos (A); Geraldo Chavarria (B, C e D).

No quesito resistência, o uso de madeira para a sustentação do plástico apresenta-se como um problema, pois favorece a degradação precoce das coberturas. Isso porque esse material confere um maior atrito entre a estrutura e os plásticos, o que resulta facilmente em pontos de rasgos (Figura 2C).

Para aumentar a durabilidade do plástico, elemento essencial para evitar o molhamento no cultivo protegido, foram testadas outras formas de sustentação do plástico. Nesses testes, destaca-se

inicialmente o arco de PVC (Figura 4), o qual teve uma grande aceitação pelos produtores por conferir redução de danos aos plásticos ao longo das safras. Essa maior durabilidade dos plásticos se deve ao fato dos arcos proporcionarem uma maior superfície de sustentação e baixo atrito em contato com os plásticos de cobertura. Apesar dessas vantagens, os arcos de PVC não proporcionam grande resistência da cobertura a ventos, podendo ser facilmente quebrados. Com as quebras dos tubos PVC, facilmente ocorrem rasgos aos plásticos de cobertura, o que aumenta os prejuízos.

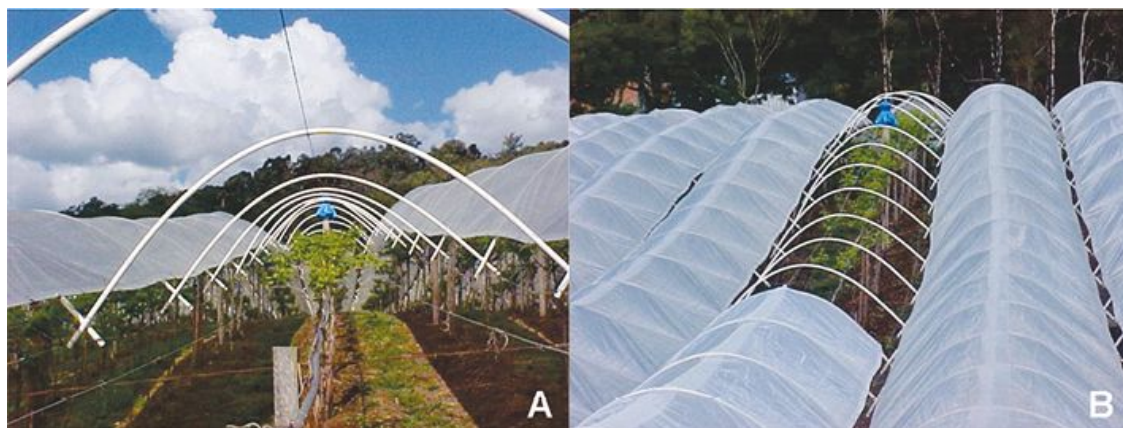


Figura 4. Vinhedo de videira 'Itália', com estrutura de sustentação dos plásticos formada por arcos de PVC.

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos.

Com o intuito de aumentar a durabilidade da estrutura e principalmente dos plásticos de cobertura, a partir de 2003 as empresas fornecedoras de insumos para cobertura de parreirais começaram a disponibilizar arcos de aço galvanizado na Serra Gaúcha, com as dimensões adequadas para a fixação dos plásticos em fileiras de cultivo (Figura 2D e Figura 5). Comercialmente, os arcos de aço

galvanizado apresentam-se de dois tipos: 1) de 1 polegada de diâmetro e parede do tubo com 1,25 mm de espessura, para serem utilizados nas cabeceiras de cada fileira, e servem para suportar a tensão do esticamento longitudinal do plástico na fileira; e 2) de $\frac{3}{4}$ polegadas e parede de 1 mm, para serem colocados ao longo das fileiras com espaçamento de 3 m entre arcos, e servem para proporcionar a sustentação e a forma da cobertura.



Figura 5. Vinhedo de videira 'Cabernet Sauvignon' com estrutura de sustentação dos plásticos formada por arcos de aço galvanizado.

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos.

Ambos os tipos de arcos apresentam 3 m de comprimento (considerando a medida longitudinal de uma ponta a outra do tubo) e são arqueados para proporcionar 75 cm de altura na cumeeira e 2,5 m de largura (abertura) na base. Os arcos também são ofertados com variações no número de galvanizações (1 ou 3), o que altera diretamente o custo e a resistência deles à oxidação

(ferrugem). Atualmente, esse tipo de sustentação tem sido o mais recomendado e adotado pelos viticultores, apesar do maior custo de implantação, pois conferem maior resistência de sustentação e maior vida útil da estrutura de sustentação (em média 15 anos) e das coberturas plásticas.

Além da estrutura de sustentação, destaca-se a parte mais importante do cultivo protegido que é representada pelo plástico de cobertura. Atualmente, as indústrias disponibilizam dois tipos de plásticos agrícolas: 1) tecido plástico impermeabilizado, e 2) plástico liso extrusado (Figura 6). Ambos os tipos de plásticos são constituídos de polietileno, sendo que o tecido plástico apresenta um maior grau de industrialização. Ou seja, para a fabricação do tecido, primeiramente o polietileno é extrusado para formar um filme plástico liso, o qual é cortado em tiras que são tracionadas e formam um rolo de fita.

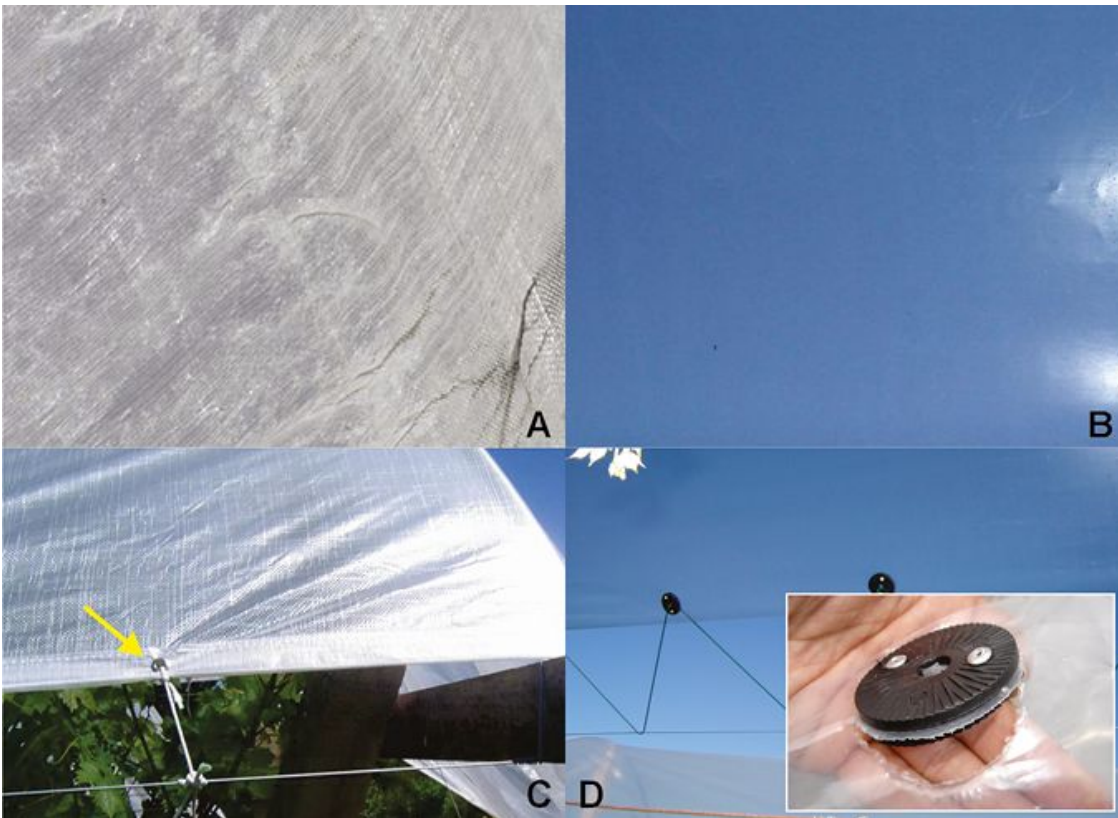


Figura 6. Tipos de plásticos atualmente disponíveis para cobertura de vinhedos, destacando o tecido plástico impermeável de polietileno (A e C), e o plástico liso extrusado (B e D). Em C e D, destacam-se alguns tipos de fixadores usados para cada tipo de plástico, sendo que em C é facilmente percebido o reforço na borda do plástico (seta), o que confere grande resistência ao rasgo no momento de tração para fixação dessa cobertura. Em D, no detalhe, salienta-se o rompimento dos fixadores pela ação do vento.

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos.

Essa etapa de tracionamento das tiras para formar a fita é que vai conferir maior resistência de tração ao tecido, em relação ao plástico liso. O rolo de fita é então colocado em máquinas de tecelagem para confecção do tecido plástico. Por fim, esse tecido é então impermeabilizado com camadas de polietileno extrusado em ambas as faces. Em comparação, o plástico liso extrusado já sai pronto na primeira etapa do processo de fabricação do tecido, com grande

redução no processo industrial. Esse contraste no processo de fabricação de ambos os tipos de plástico resulta em contraste de resistência e durabilidade às condições de campo, sendo o tecido plástico o mais resistente.

O tecido plástico também apresenta reforços na região central do tecido e nas bordas, conferindo maior resistência desse material à força dos ventos (Figura 6C e Figura 7). Em contrapartida, o plástico liso extrusado normalmente apresenta apenas variação de espessura e com reforços limitados, o que confere maior suscetibilidade a rasgos e danos pela ação de ventos (detalhe na Figura 6D).



Figura 7. Detalhe dos reforços que os tecidos plásticos impermeáveis apresentam.

1) reforço na linha central do tecido, evitando rasgos na cumeeira das coberturas;
2) reforço nas bordas, em alguns casos com a colocação de fio de náilon entre as camadas fundidas da borda, para conferir maior resistência e evitar rasgos na fixação dos plásticos.

Foto: Henrique Pessoa dos Santos.

Para contornar esse fato, alguns fornecedores desenvolveram alguns reforços na borda de fixação dos plásticos, mas sem conferir a mesma resistência observada no tecido plástico. Portanto, o plástico liso extrusado deve ser substituído com maior frequência (ex.: em média 3 anos, em comparação a 5 anos do tecido plástico), dependendo das condições locais do parreiral onde serão instaladas as coberturas. Locais com maior exposição a ventos, sempre

recomenda-se o investimento em quebra-ventos antes da instalação das coberturas, para garantir maior durabilidade dos plásticos.

Ambos os tipos de plásticos devem ser necessariamente aditivados para apresentarem resistência e durabilidade em condições de campo. Dentre os aditivos mais empregados em plásticos de cobertura, destacam-se aqueles para proteção contra raios ultravioletas (anti-UV) e para romper a tensão superficial da água (antigotejamento). O aditivo anti-UV é essencial para evitar o ressecamento e rompimento das fibras do plástico pela ação dos raios ultravioletas, o que restringe drasticamente a vida útil do plástico. Portanto, esse aditivo é misturado ao polietileno e está presente em todo o plástico destinado para cobertura. Com relação ao aditivo antigotejamento, esse normalmente é adicionado às camadas de impermeabilização do tecido e tem como finalidade romper a tensão superficial da água de orvalho que é condensada na face interna da cobertura (Figura 8). Com esse aditivo, a gota de água escorre facilmente até a borda da cobertura, evitando o gotejamento desse orvalho sobre as plantas.



Figura 8. Detalhe da condensação do vapor de água ao amanhecer (orvalho) e escoamento (seta) dessa água na face interna do plástico.

Foto: Henrique Pessoa dos Santos.

Apesar do grande avanço na indústria química, ainda existe uma grande carência de aditivos para conferir maior resistência desses plásticos para o uso em cultivos protegidos. Nesse quesito, destaca-se, por exemplo, a atual intolerância dos plásticos aos metais presentes nas formulações de fungicidas (ex.: cobre e zinco), ou nas estruturas de sustentação (ex.: ferro). Além disso, os plásticos apresentam intolerância a enxofre, manganês e fósforo, os quais estão presentes na formulação de alguns defensivos agrícolas.

Para demonstrar isso no aspecto prático, apresenta-se a degradação de um plástico liso extrusado submetido a oito

pulverizações de sulfato de cobre, utilizado no controle de doenças fúngicas de videiras, em um período de dois anos (Figura 9). Portanto, com base nessas informações, os tratamentos fitossanitários devem ser necessariamente dirigidos para as plantas, evitando-se ao máximo o contato desses produtos com as coberturas, para não comprometer a vida útil delas.



Figura 9. Degradação do plástico de cobertura, em um período de dois anos, pela ação de pulverizações seguidas com sulfato de cobre, salientando a incompatibilidade desse material ao cobre.

Foto: Henrique Pessoa dos Santos.

Pelo alto custo dos aditivos, a aditivação corresponde a uma das etapas mais onerosas na fabricação dos plásticos destinados ao uso

agrícola. Além disso, o investimento em pesquisa na indústria química para o desenvolvimento de novos aditivos é muito dispendiosa e demandaria um grande volume de fabricação de plásticos para uso agrícola para compensar os investimentos necessários. Atualmente, os plásticos destinados à cobertura de parreirais correspondem a uma demanda muito baixa em relação a capacidade produtiva da indústria de transformação de plástico no Brasil, o que tem limitado maiores investimentos em tecnologias nessa área.

Dessa forma, salienta-se que os plásticos destinados ao uso agrícola exigem um processo industrial distinto para que a sua aplicação tenha durabilidade e que possa conferir condições microclimáticas favoráveis ao incremento de produção e qualidade. Além disso, destaca-se o plástico específico para cobertura como um grande insumo agrícola e não necessariamente um investimento agrícola, como muitos produtores e técnicos o consideram, pelas suas características (vida útil restrita) e benefícios na sustentabilidade ambiental, econômica e produtiva, em conjunto com a maior segurança alimentar aos consumidores.

Influência das coberturas plásticas sobre as condições microclimáticas dos parreirais e sobre o comportamento fisiológico/produtivo da videira

Nesse item, serão abordados e discutidos os avanços no conhecimento científico obtidos até o momento relacionados ao microclima, ao comportamento ecofisiológico, à produção, ao

controle fitossanitário, à maturação e à qualidade da uva cultivada em ambiente protegido. Nessa abordagem, serão consideradas principalmente as condições edafoclimáticas da região da Serra Gaúcha.

Mudanças microclimáticas

A cobertura plástica impermeável apresenta-se como uma barreira física para a circulação do ar e para a incidência da radiação solar até a superfície das plantas, proporcionando condições distintas de microclima no vinhedo em relação ao cultivo convencional. Em avaliações dessas condições microclimáticas na Serra Gaúcha, observaram-se grandes alterações ocasionadas pelo uso da cobertura plástica sobre as fileiras de cultivo (Figura 10) (CHAVARRIA, 2008). Com relação à temperatura, a máxima diária é a variável que mais sofre influência da cobertura, atingindo níveis mais altos e por períodos maiores durante o dia. Via de regra, a redução de temperatura sob a cobertura plástica é mais lenta do que fora da cobertura; e, normalmente, para cada 1 °C de redução na temperatura máxima ($T_{máx}$) fora da cobertura (D, descoberto), observa-se uma redução de 0,9 °C sob a cobertura, seguindo a equação $T_{máx}C = 4,51 + 0,897 T_{máx}D$ ($P = 0,0005$). Em função disso, a temperatura média tende ao mesmo tipo de variação, sendo mais elevada sob a cobertura e por períodos maiores ao longo do dia, variando 0,96 °C para cada 1,00 °C de variação na temperatura externa ($T_{med}C = 1,37 + 0,960 T_{med}D$; $P = 0,0265$).

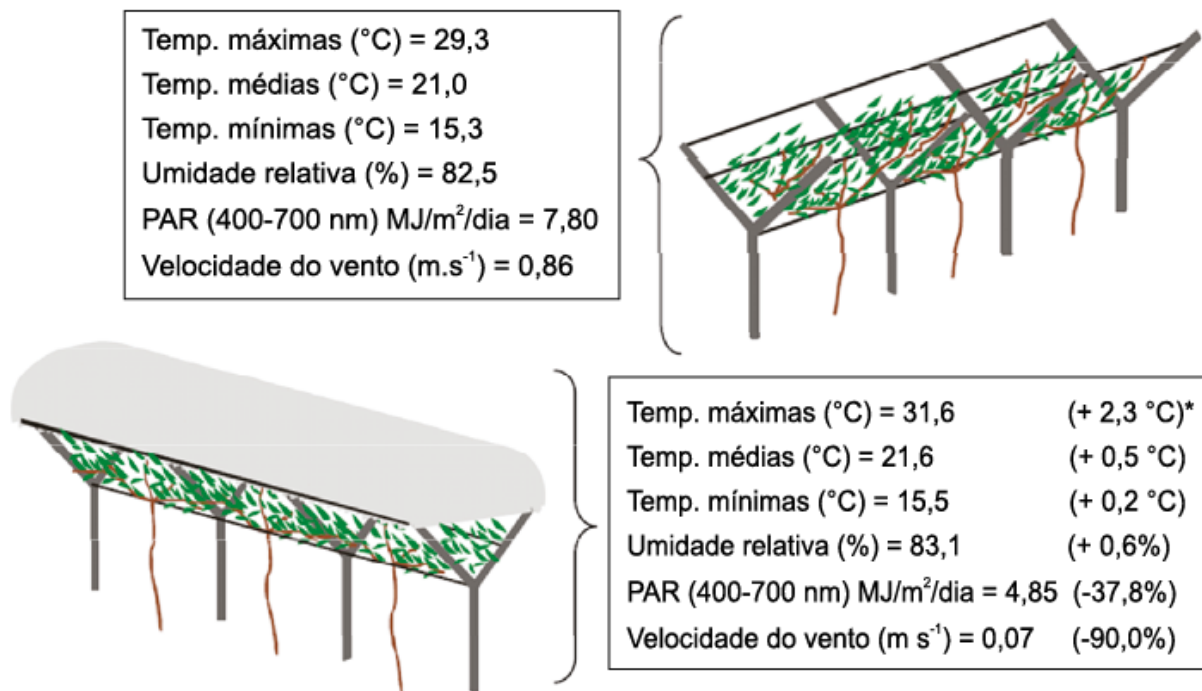


Figura 10. Comparativo (*) de variáveis microclimáticas entre áreas descobertas (acima) e cobertas (abaixo). Dados médios obtidos ao longo de duas safras (2005–2006 e 2006–2007), em vinhedo de ‘Moscato Giallo’, conduzidas em Y, em Flores da Cunha, RS.

Fonte: Cardoso et al. (2008) e Chavarria (2008).

Esse aumento das temperaturas médias e máximas também foi observado por outros autores (COMIRAN et al., 2012; FERREIRA et al., 2004), salientando-se que, nas condições sob cobertura plástica, pode ocorrer um maior acúmulo de calor, em função da proteção reduzir a perda térmica em relação a um vinhedo a céu aberto. Pelo fato de não serem coberturas contínuas, as faixas não cobertas nas entrelinhas favorecem uma perda de calor à noite, e, com isso, o efeito da cobertura não é tão expressivo sobre as temperaturas mínimas diárias como se observa em estufas fechadas. Desse modo, em conjunto com o aumento da temperatura máxima, a cobertura proporciona uma maior amplitude térmica diária, que pode

ser benéfica para a evolução bioquímica do processo de maturação da uva.

Conforme Mullins et al. (1992), o maior acúmulo térmico diário favorece a antecipação do processo de maturação. Contudo, as temperaturas noturnas não devem ser elevadas, pois isso restringe a síntese de antocianinas e outros compostos relacionados com a cor e aroma da uva (MORI et al., 2005).

Na identificação das causas desse efeito térmico sob a cobertura, a menor movimentação de ar tem sido considerada como o principal fator (SEGOVIA et al., 1997). Isso fica evidenciado nos resultados obtidos por Cardoso et al. (2008) e Chavarria (2008), em que a atenuação da velocidade do vento atingiu 90%, na altura do dossel vegetativo das plantas cultivadas sob cobertura plástica (Figura 10).

Apesar dessas alterações de temperatura e velocidade do vento, não há contrastes significativos na umidade relativa do ar, em relação ao ambiente a céu aberto (Figura 10). Salienta-se apenas que, assim como observado na variação de temperatura, a variação na umidade relativa do ar sob a cobertura é mais lenta. Segundo Chavarria et al. (2009), para cada unidade percentual (u.p.) de variação externa, ocorre 0,85 u.p. sob a cobertura plástica, sendo que nos cachos essa variação foi de apenas 0,71 u.p. Essa maior estabilidade na variação da umidade relativa, ao longo do tempo, também está relacionada com o contraste de velocidade do vento entre os ambientes coberto e descoberto.

Destaca-se que, sob a cobertura, pelo fato de ocorrerem temperaturas mais elevadas em relação ao ambiente aberto, um mesmo valor de umidade relativa do ar corresponde a uma maior quantidade de vapor de água no ar, em relação ao ambiente aberto

(BURMAN; POCHOP, 1994). Desse modo, apesar de não haver diferenças significativas em umidade relativa, o ar sob a cobertura apresenta uma maior capacidade de estoque de vapor de água sem haver condensação, ou seja, apresenta uma maior pressão de saturação de vapor em relação ao ambiente descoberto. Em função disso, ocorre uma redução drástica na possibilidade de ocorrer condensação de água (orvalho) sobre as folhas e frutos que estão sob a cobertura. Essa condensação se forma apenas na face interna do plástico de cobertura, devido esta ser a superfície mais externa de troca de calor com ambiente (Figura 8).

Outra variável microclimática que também apresenta influência pela cobertura plástica é a radiação solar incidente sobre o parreiral. Essa pode sofrer modificações quantitativas e qualitativas, as quais têm influência direta sobre o comportamento fisiológico das plantas. De acordo com Chavarria et al. (2009), a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) sob a cobertura de tecido plástico impermeabilizado de polietileno (200 µm de espessura) sofre diminuições de até 38% na radiação incidente sobre o dossel vegetativo (Figura 10).

Nesse trabalho também foram observadas variações na radiação incidente em função da perda de transparência do plástico ao longo do tempo, o que resultou em uma redução de 32% no primeiro ano, e de 43% no segundo ano. Além da influência na radiação incidente sobre a superfície superior do parreiral, Chavarria et al. (2009) observaram uma redução da radiação solar sobre os cachos de 56,45% e 23,64%, respectivamente nos ciclos 2005–2006 e 2006–2007 e em parreiral com sistema de condução Y. Possivelmente, em

sistema de condução latada, sem manejo adequado de poda verde, essa restrição de radiação poderá ser ainda mais acentuada.

Na Itália, Rana et al. (2004) também observaram uma diminuição da RFA no dossel vegetativo, sendo atenuada em 17% em clarite e em 32% em áreas cobertas com plástico impermeável e translúcido. Outros trabalhos, no Brasil, com diferentes tipos de cobertura no cultivo da videira, também demonstraram a atenuação da radiação solar (CARDOSO et al., 2008; FERREIRA, 2003; LULU et al., 2005).

Venturin e Santos (2004) observaram reduções da RFA de até 50%, quando também utilizaram cobertura com tecido plástico impermeabilizado (200 μ m) em vinhedo de 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L.), localizado em Caxias do Sul, RS, na mesma macrorregião produtora de uvas. Esses autores salientam que as maiores reduções da RFA foram alcançadas em plásticos com quatro anos de uso, os quais apresentam a perda de transmitância, principalmente na faixa espectral de radiação próxima ao ultravioleta (Figura 11). Essa perda de transparência se deve ao depósito de partículas de poeira e resíduos de pulverizações, sendo que os metais (cobre, zinco, etc.) presentes como ingredientes ativos nas pulverizações reagem quimicamente com as microfibras do plástico, tornando-os opacos e quebradiços.

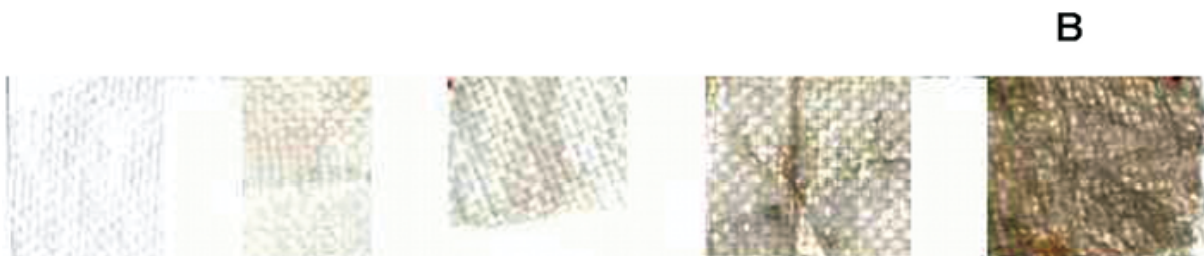
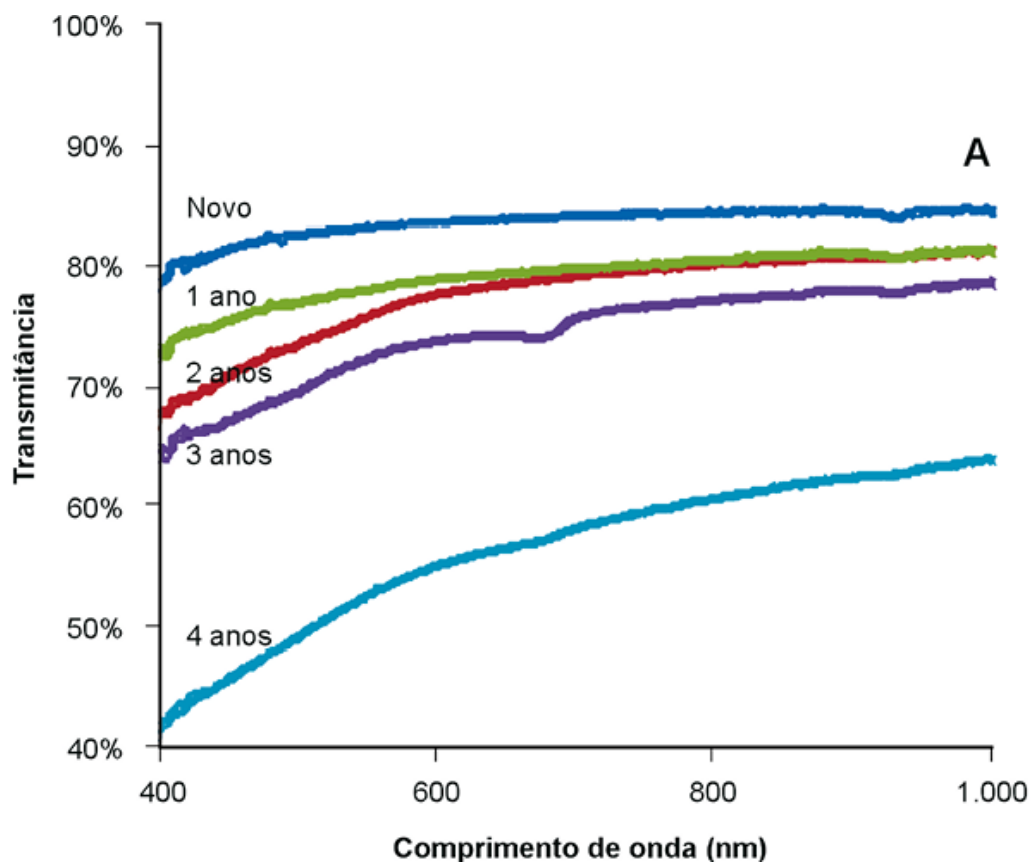


Figura 11. Variação de transmitância em diferentes comprimentos de onda (A) e aspecto visual (B) de amostras de tecido plástico impermeabilizado de polietileno, em coberturas de parreiral com diferentes idades de utilização no campo. Destaca-se o contraste de acúmulo de resíduos, os quais contribuem para o escurecimento gradual.

Fotos: Maicol Venturin.

Apesar dos avanços em aditivos plásticos, até o presente momento não se dispõe de plásticos para cobertura de parreirais que tenham proteção total contra a oxidação catalítica de metais. Em função disso, deve-se evitar pulverizações fitossanitárias

dirigidas para os plásticos de cobertura, para não restringir a vida útil e a transparência deles.

Além do aspecto quantitativo, estudos demonstram que a cobertura plástica também intercepta uma maior quantidade de radiação na faixa do ultravioleta, em função dos aditivos químicos que os plásticos apresentam para evitar a fotodegradação das coberturas (Tabela 1). Depois do ultravioleta, as radiações na faixa do azul e do verde são as mais interceptadas pelas coberturas. Essas variações no espectro de radiação também foram observadas em outros trabalhos (MOTA et al., 2009; VENTURIN, 2004). A cobertura plástica também afeta a relação de radiação vermelho/vermelho extremo, em que, segundo Chavarria et al. (2009), ocorre uma diminuição da 11,98% nessa relação (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual de interceptação da radiação incidente pela cobertura plástica sobre o dossel vegetativo de vinhedo da cultivar Moscato Giallo (*Vitis vinifera* L.), medida com espectroradiômetro, em Flores da Cunha, RS.

Comprimento de onda ⁽¹⁾	% de interceptação de radiação solar
UV	56,18a
Azul	49,08b
Verde	44,85b
Vermelho	39,24c
Vermelho distante	33,77d
Radiação total	45,09b
Relação V:VD	11,98

⁽¹⁾ UV – ultravioleta (300 nm a 390 nm), azul (450 nm a 490 nm), verde (490 nm a 580 nm), vermelho (620 nm a 700 nm) e vermelho distante (700 nm a 750 nm).

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro de acordo com Teste de Tukey.

Fonte: dados de Chavarria et al. (2009).

Esses efeitos da cobertura sobre a qualidade de radiação, além de reduzirem o balanço energético sob as coberturas (considerando a restrição na faixa espectral de menor comprimento de onda e mais energeticamente carregada), podem contribuir para alterações fisiológicas no crescimento e desenvolvimento das plantas, tais como, abertura estomática, crescimento de ramos, caules e folhas, coordenados pelos fitocromos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Disponibilidade hídrica e eficiência do uso da água

Como a cobertura é uma barreira física para a água das chuvas, essa pode também afetar a distribuição e a disponibilidade hídrica no solo. Nesse sentido, alguns trabalhos destacam que a cobertura plástica pode restringir a disponibilidade de água no solo na linha de cultivo, com diminuições de 20% a 60%, ao longo do perfil de 30 cm de profundidade, em relação a um vinhedo descoberto na Serra Gaúcha (MOTA et al., 2009; SANTOS, 2005). Essa redução da umidade pode ser mais drástica na profundidade de 0 cm a 10 cm, atingindo mais de 60%, em relação ao local descoberto.

Na entrelinha, em contrapartida, é observada maior disponibilidade hídrica no cultivo protegido, em relação ao descoberto, visto que a estrutura da cobertura concentra a água das chuvas apenas nesse espaço (CHAVARRIA, 2008; MOTA et al., 2009). Essa mudança na distribuição e na disponibilidade hídrica do solo promove alterações no crescimento da vegetação rasteira de cobertura do solo no vinhedo, ocorrendo uma redução drástica de plantas na linha de cultivo (Figura 12). Esse efeito reduz a necessidade de manejo de plantas concorrentes. Contudo, é importante destacar que, sob a cobertura, há necessidade de irrigação em vinhedos novos (mudas em crescimento), com o intuito de evitar o estresse hídrico e a morte de plantas que ainda não apresentam o desenvolvimento completo de raízes.



Figura 12. Cobertura vegetal sobre a linha de cultivo em função da disponibilidade hídrica no período da colheita. Sem cobertura plástica (A); com cobertura plástica (B). Flores da Cunha, RS, 2006.

Fotos: Geraldo Chavarria.

Atualmente, na agricultura, a disponibilidade de água tem gerado bastante discussão sobre a necessidade e o emprego de técnicas agrícolas que reduzem a utilização ou aumentem a eficiência do uso da água (CHRISTOFIDIS, 2002). A cobertura plástica impermeável, por diminuir a radiação solar incidente e a velocidade do vento, atua diretamente sobre a redução da taxa evaporativa e, consequentemente, sobre a demanda hídrica pela cultura (BARRADAS et al., 2005).

Nesse processo, destaca-se que a redução do vento e da radiação aumenta a pressão de vapor do ar nas áreas cobertas (maior capacidade de estoque de vapor de água por unidade de volume de ar) e, por conseguinte, diminui o déficit de pressão de vapor (DPV) entre a atmosfera e a superfície evaporativa na camada limítrofe da folha. Dessa forma, a diminuição do DPV pode favorecer o crescimento das plantas, reduzindo a transpiração, aumentando a abertura estomática e, portanto, incrementando a

fotossíntese e a eficiência do uso da água (BARRADAS et al., 2005). De acordo com Chavarria et al. (2008a), o DPV, em vinhedos com cobertura plástica, pode ser reduzido em até 57%, quando comparado ao DPV dos vinhedos convencionais descobertos. Nessas condições, as videiras aumentaram consideravelmente a condutância estomática e a fotossíntese nas folhas das plantas cobertas.

A ideia da menor taxa transpiratória real sob as coberturas, além dos contrastes em DPV e demanda evaporativa, também é suportada por resultados de potencial da água na folha (CHAVARRIA et al., 2008a). Em avaliações realizadas ao longo do dia, os autores observaram que o potencial da água na folha de ambas as áreas alcançou os menores valores entre 9h e 16h. Embora as diferenças não tenham sido significativas, observou-se uma tendência das plantas descobertas apresentarem potenciais mais negativos. Os valores encontrados antes do amanhecer (potencial de base) variaram de -0,12 Mpa a -0,1 MPa na área coberta e de -0,28 Mpa a -0,01 MPa na área descoberta, apresentando um desvio padrão de 0,006 Mpa e 0,032 MPa, para os cultivos coberto e descoberto, respectivamente.

Essa maior variabilidade (desvio) das plantas descobertas no potencial de base (considerado o ponto de equilíbrio hídrico entre o solo e a planta) (ZYL, 1987) demonstra uma maior influência dos elementos mesoclimáticos sobre a condição hídrica das plantas cultivadas sem cobertura plástica. Os potenciais hídricos de ambas as áreas se apresentam adequados para o desenvolvimento e crescimento da videira; contudo, para o incremento da qualidade enológica, o potencial de base de água na folha deveria se situar na

faixa de -0,2 Mpa a -0,6 Mpa no período de maturação (OJEDA et al., 2004).

O balanço hídrico da videira tem influência direta sobre a composição da baga, principalmente no teor de açúcar, na acidez (ácido málico e tartárico) e nos compostos fenólicos (taninos, antocianinas, flavonoides, etc.) (CARBONNEAU et al., 1978; CHONÉ et al., 2001; OJEDA et al., 2004). Nesse sentido, existia a hipótese que a cobertura plástica pudesse promover estresse hídrico moderado sobre as videiras e, com isso, pudesse atuar nesses processos de incremento de qualidade. Todavia, no comparativo de áreas cobertas e descobertas, a maior restrição no teor de água no solo sob a linha de cobertura ocorre na camada de 0 cm a 10 cm ($0,13 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), comparativamente com as camadas 10 cm a 20 cm ($0,06 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e 20 cm a 30 cm ($0,04 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) de profundidade (MOTA et al., 2009).

Isso demonstra que, na área coberta, a água da chuva se redistribui da entrelinha (onde há precipitação) para a linha de plantio, principalmente pelas camadas mais profundas do solo. Portanto, considerando em conjunto as alterações no microclima do vinhedo sob cobertura (reduzindo DPV), as alterações na distribuição de água no solo e as possíveis mudanças na distribuição do sistema radicial (com maior proporção de raízes nas entrelinhas, em função da disponibilidade hídrica nesse local), a cobertura plástica não promove condições de restrição hídrica para as plantas.

Na uva de mesa, em função dessa restrição no DPV e em safras com altos índices pluviométricos, as condições microclimáticas de

vinhedos cobertos podem favorecer a retenção de água na planta, aumentando o potencial hídrico na baga.

Nessas condições e dependendo do estágio fenológico (ex.: maturação) e de fatores genéticos e nutricionais, podem ocorrer rupturas de bagas com maior frequência nas áreas cobertas pelo aumento do potencial de pressão. Com esses danos, ocorre uma depreciação drástica da uva, pois favorece a ocorrência de podridões e ataque de insetos, os quais limitam a quantidade e a qualidade de produção. Portanto, em locais com alta disponibilidade hídrica, deve-se empregar coberturas mais amplas, tal como a aplicação de calhas (Figura 13), com intuito de evitar excessos de disponibilidade hídrica sob a cobertura. Em conjunto com esse controle da água de chuva, deve-se adotar um sistema de irrigação para adicionar o volume de água adequado para cada estágio fenológico.

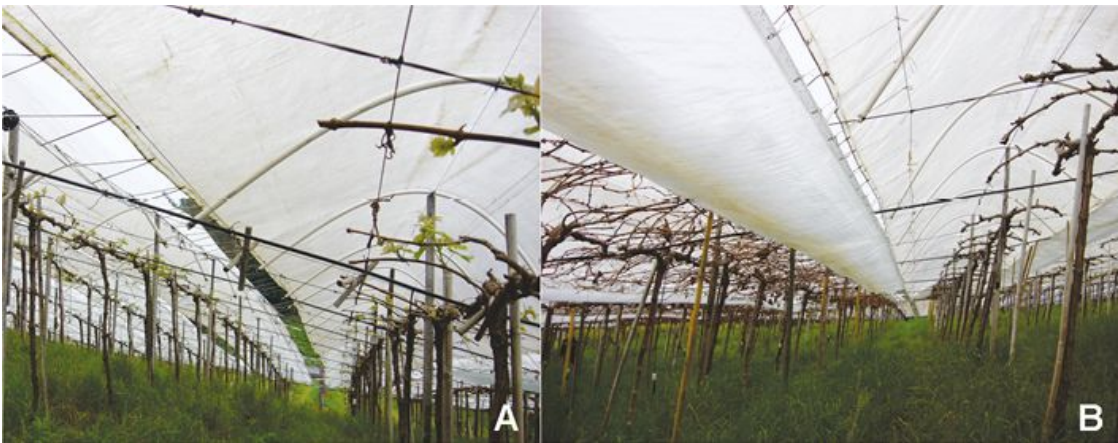


Figura 13. Detalhe de uma área sem (A) e com (B) uma calha de plástico disposta no espaço entrelinha, a qual recebe e escoar a água de chuvas das coberturas dispostas sobre as linhas, em Bento Gonçalves, RS, 2009.

Fotos: Daniel Antunes Souza.

Considerando a declividade do terreno e o alinhamento das filas de cultivo, o excesso de disponibilidade hídrica no parreiral também pode ser controlado empregando-se drenos (valas) nos espaços entrelinhas, os quais devem ser revestidos com plásticos para evitar infiltrações. Desse modo, a água da chuva que escoará pela cobertura para os espaços de entrelinha será drenada para fora da área, evitando os danos de excessos hídricos na produção vitícola.

Desenvolvimento fenológico

A fenologia da videira tem sido amplamente estudada no Brasil em cultivos convencionais a céu aberto (FOCHESATO et al., 2007; LEÃO; SILVA, 2003; MANDELLI, 1984), sendo a caracterização da duração dos estádios fenológicos diretamente relacionada ao clima. Esse tipo de avaliação também se apresenta como ferramenta importante na interpretação da interação da cultura com a condição de microclima em que o vinhedo se situa (TERRA et al., 1998). Esse conhecimento é imprescindível para a programação de práticas culturais, irrigação, colheita e utilização de produtos químicos para o controle de pragas e doenças (MULLINS et al., 1992; WILSON; BARNETT, 1983).

O incremento da temperatura atua como acelerador do processo metabólico (TAIZ; ZEIGER, 2004) e, dessa maneira, estimula uma brotação mais acelerada nas videiras, assim como o encurtamento dos demais subperíodos fenológicos. Estudando a fenologia de ‘Cabernet Sauvignon’ na região de Maringá, Paraná, Roberto et al. (2005) observaram diminuição de 42 dias no ciclo dessa cultivar em relação à região da Serra Gaúcha.

Os autores consideram que, pelo fato da região noroeste do Paraná apresentar temperaturas médias mais elevadas que as da Serra Gaúcha, ocorre um desenvolvimento vegetativo mais acelerado das videiras, resultando em períodos mais curtos para que as plantas completem seu ciclo. Na região do submédio do Vale do São Francisco, que apresenta temperaturas médias ainda mais elevadas, em comparação ao Paraná, observa-se um desenvolvimento vegetativo mais acelerado, com consequente redução do ciclo, como relatado com a cultivar Tannat (LIMA et al., 2003).

Com relação à demanda térmica, a temperatura-base (T_b) mais adequada ao desenvolvimento fenológico da videira se situa na faixa de 10 °C a 15 °C (MULLINS et al., 1992). Santos et al. (2007) verificaram que a T_b mais ajustada para o cálculo da demanda térmica das cultivares Cabernet Sauvignon e Tannat foi de 10 °C, em comparação à de 12 °C. Também foram observados resultados semelhantes nas cultivares Niágara Rosada, Benitaka, Chardonnay, Moscato Branco, Riesling Itália, Trebbiano, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Merlot, Pinot Noir, Concord, Niágara Branca e Ives (MANDELLI, 2002).

Como o microclima da videira pode ser alterado substancialmente em função da cobertura plástica, principalmente pelo aumento de temperatura e redução da radiação solar (Figura 10), essas modificações podem interferir no padrão fenológico e produtivo da videira com a influência direta na conversão da energia solar em carboidratos (fotossíntese) e na distribuição/utilização de carbono pelos diferentes órgãos da planta, definindo o potencial de produção (PALCHETTI et al., 1995). Essas respostas também podem ser

moduladas pelo contraste genético das cultivares. Mota et al. (2008) observaram que o desenvolvimento fenológico de videiras da cultivar Cabernet Sauvignon, sob cobertura plástica, não foi alterado significativamente em relação ao cultivo convencional. Todavia, esse trabalho não pode ser considerado como conclusivo, por se tratar de uma avaliação realizada apenas durante um ciclo da cultura.

A fenologia da videira pode ser alterada pela influência da temperatura e da radiação solar (MANDELLI, 2002). Portanto, em condições de cultivo protegido, o produtor pode ter a possibilidade de realizar um manejo de cobertura para ofertar uvas em épocas distintas, de acordo com as necessidades de mercado e, assim, elevar os preços de venda. De acordo com Chavarria et al. (2007b), se a cobertura plástica for instalada logo após a poda de inverno, essa terá um efeito estimulante sobre a brotação e o crescimento vegetativo. Em contrapartida, se a cobertura for instalada no começo da maturação, seu efeito se inverte, fazendo com que o processo de maturação seja prolongado, em comparação ao cultivo descoberto da videira (Figura 14). Quando a cobertura plástica for utilizada durante todo o ciclo, pode-se observar que a precocidade obtida no princípio da brotação até a mudança de cor é perdida na fase de maturação, pelo menos nas condições climáticas da Serra Gaúcha. Comiran et al. (2012) reforçam que, em cultivo de 'Niágara Rosada' na Serra Gaúcha, a cobertura antecipou as fases iniciais do ciclo, mas na colheita as semelhanças aparecem em relação à data para atingir o grau de maturação fisiológico. Entretanto, no norte do Paraná, em cultivo protegido de uva de mesa 'BRS Clara', durante todo ciclo foi observado uma antecipação de até seis dias sem

comprometimento de maturação, em comparação ao cultivo sob sombrite (YAMAMOTO et al., 2011).

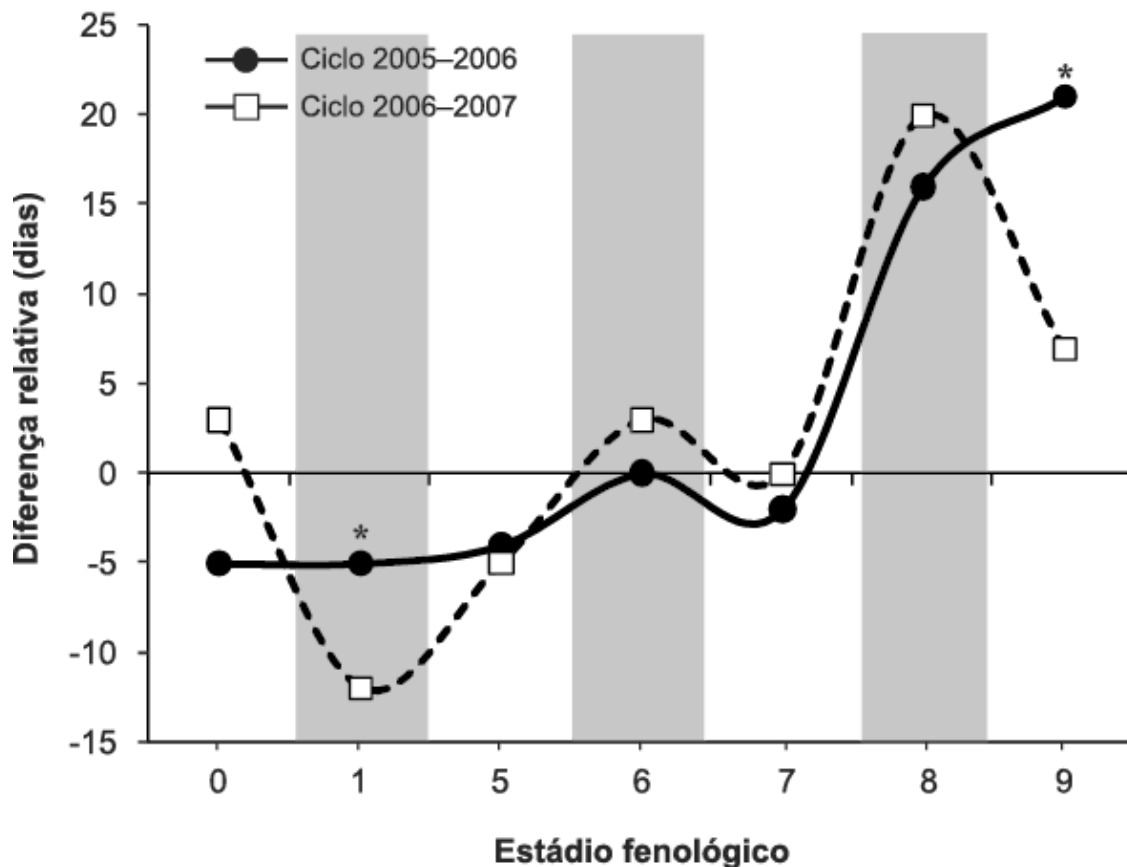


Figura 14. Interferência da cobertura plástica nos subperíodos fenológicos da cultivar (*Vitis vinifera* L.) Moscato Giallo nos ciclos 2005–2006 e 2006–2007, em Flores da Cunha, RS. A determinação das fases fenológicas foi efetuada por meio da escala proposta por Lorenz et al. (1995), sendo as seguintes: estágio 0 (poda – ponta verde); estágio 1 (início da brotação – 5 a 6 folhas separadas e inflorescência visível); estágio 5 (inflorescência alongada – inflorescência desenvolvida); estágio 6 (início de floração – plena floração); estágio 7 (frutificação – ervilha); estágio 8 (início da maturação – plena maturação); estágio 9 (início da queda das folhas – queda das folhas).

(*) representa diferença significativa entre os ciclos ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Fonte: Chavarria et al. (2007b).

O efeito da cobertura sobre a fenologia da videira também foi constatado em outros países, como na Itália, em trabalho desenvolvido por Antonacci (1993) com nove cultivares de uvas de mesa. Nesse trabalho, foi realizado acompanhamento fenológico de videiras cobertas e descobertas, por um período de 10 anos, concluindo que é possível antecipar em 10 dias o início da brotação, quando a cobertura for instalada cerca de um mês antes do previsto para o começo dessa fase fenológica inicial. Esse autor também acredita ser possível obter uma antecipação de 19 dias na data da colheita. Para essa antecipação, é necessária a ocorrência de temperaturas superiores a 30 °C na fase de floração, desde que não comprometa a polinização. Contudo, o autor não observou interferência da cobertura no atraso da maturação. Possivelmente, esse resultado esteja associado às cultivares estudadas, de forma que a cobertura apresentou maior efeito sobre a antecipação do ciclo e menor sobre o atraso na maturação. Schiedeck (1996), estudando o efeito de coberturas sem aberturas laterais (estufas) na fenologia da cultivar Niágara Rosada (*Vitis labrusca*), observou uma antecipação média de 20 dias entre a poda e o momento em que o mosto alcançou 15 °Brix, comparativamente à testemunha a céu aberto.

O experimento demonstrou que essa antecipação ocorreu de forma crescente ao longo do ciclo da videira estudada, apresentando uma evolução mais rápida da maturação das bagas. Com base nesses resultados, pode-se observar que, enquanto o período de maturação das americanas (*Vitis labrusca*) é antecipado, esse mesmo período foi retardado para as uvas europeias (*Vitis vinifera*). Com essas variações de comportamento fenológico, é

possível empregar a cobertura com o intuito de escalonar as datas de colheita de modo distinto do cultivo convencional e, conseqüentemente, obter preços diferenciados. Além disso, pela garantia de colheita e qualidade que essa tecnologia pode proporcionar, nas condições da Serra Gaúcha, por exemplo, foi possível adiar a data de colheita das cultivares Itália e Niágara Rosada em até 30 dias após a data de colheita do cultivo convencional descoberto (VENTURIN, 2004).

Aspectos de crescimento e produção

As variações microclimáticas impostas pela cobertura plástica de fileiras (CHAVARRIA et al., 2009) podem gerar condições favoráveis ou restritivas ao crescimento e à produção de uma videira. O sombreamento ocasionado pela cobertura plástica pode tanto reprimir a atividade fotossintética, como estimular o crescimento vegetativo estiolado de ramos e folhas, em conjunto com o atraso no ciclo fenológico das plantas, principalmente na fase de maturação (ver [Desenvolvimento fenológico](#), para mais detalhes). Além disso, destaca-se que o incremento de temperatura sob as coberturas pode elevar a atividade metabólica, antecipando o surgimento e crescimento de novas folhas e ramos.

De acordo com Chavarria (2008), essas variações microclimáticas sob a cobertura não interferem no diâmetro e na quantidade de ramos por área (Tabela 2). Entretanto, os ramos podem apresentar massa e comprimento de entrenós significativamente maiores que as plantas de cultivo convencional a céu aberto (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram encontrados por Mota et al.

(2008), com a cultivar Cabernet Sauvignon, ocorrendo ramos com entrenós significativamente mais longos e pesados nas plantas crescidas sob cobertura plástica impermeável.

Tabela 2. Características de ramos de videiras (*Vitis vinifera* L.) da cultivar Moscato Giallo conduzidas em Y e cultivadas com (coberto) e sem (descoberto) cobertura plástica. Flores da Cunha, RS, 2007.

Característica de ramos de videiras				
Tratamento	Massa (g)	Comprimento de entrenó (cm)	Diâmetro (mm)	Número por planta
Coberto	23,25a ⁽¹⁾	11,78a	7,66a	10,08a
Descoberto	20,19b	9,80b	7,46a	9,84a

⁽¹⁾ Média de seis coletas realizadas nos ciclos 2005–2006 e 2006–2007.

Médias na linha seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Dentro de cada tratamento, não houve diferença significativa entre ciclos nessas variáveis.

Fonte: Chavarria (2008).

O alongamento dos entrenós está relacionado a um crescimento estiolado (Figura 15), assim como ocorre com o aumento do comprimento dos cachos. Esse comportamento é diretamente influenciado pela redução da radiação solar, motivada pela cobertura plástica (Figura 10), principalmente na redução da luz azul e da relação vermelho e vermelho distante, que sofreram reduções de 49,08% e 11,98%, respectivamente (Tabela 1).



Figura 15. Ramos de videiras (*Vitis vinifera* L.) das cultivares Moscato Giallo, em Flores da Cunha, RS (A), e Cabernet Sauvignon em Caxias do Sul, RS (B), conduzidas em Y e cultivadas com (coberto) e sem (descoberto) cobertura de tecido plástico impermeabilizado de polietileno.

Fotos: Geraldo Chavarria (A); Clenilson Sehnen Mota (B).

Considerando o sombreamento imposto pela cobertura plástica, salienta-se a necessidade da prática de poda verde (desbrota, desfolha, desponte e amarrio), quando os ramos ainda se encontram menos lignificados e, portanto, com maior flexibilidade. Isso porque esse manejo propicia uma melhor entrada de luz no dossel vegetativo e, conseqüentemente, favorece o acúmulo de açúcares e a síntese de outros compostos desejáveis nas bagas, como terpenos (SMART, 1985). Além do ganho em qualidade da safra, com esse manejo durante a fase vegetativa, a poda de inverno do próximo ciclo também será facilitada, em função da organização dos ramos (Figura 16).



Figura 16. Disposição dos ramos de videiras (*Vitis vinifera* L.) da cultivar Moscato Giallo, conduzidas em Y, sob cobertura plástica com (A) e sem (B) amarelo, durante o ciclo anterior. Flores da Cunha, RS, 2006.

Fotos: Geraldo Chavarria.

Do ponto de vista do controle fitossanitário, a poda verde também é importante para evitar que as folhas e os ramos saiam da área coberta ou entrem em contato com a face inferior da cobertura plástica onde, em determinadas ocasiões, ocorre a formação de orvalho (Figura 8), e pode favorecer a incidência de doenças fúngicas.

Em análise das características foliares, Chavarria (2008) destaca que a área foliar média em plantas crescidas sob cultivo protegido é significativamente maior em relação a plantas de cultivo descoberto (Figura 17). Esse mesmo comportamento foliar também foi observado por Mota et al. (2008) em plantas de 'Cabernet Sauvignon' sob cobertura plástica. Apesar dessa variação favorável em área, na área coberta, pode haver redução da superfície foliar total por planta, em relação à área descoberta. Isso ocorre em função da maior exigência de podas verdes para manter o dossel sob a cobertura plástica, aliado ao fato dos ramos apresentarem

maiores entrenós, o que proporciona um menor número de folhas por unidade de comprimento do ramo. Portanto, com os despontes nas áreas cobertas, o número de folhas que permanece nas plantas será menor em relação às plantas descobertas.

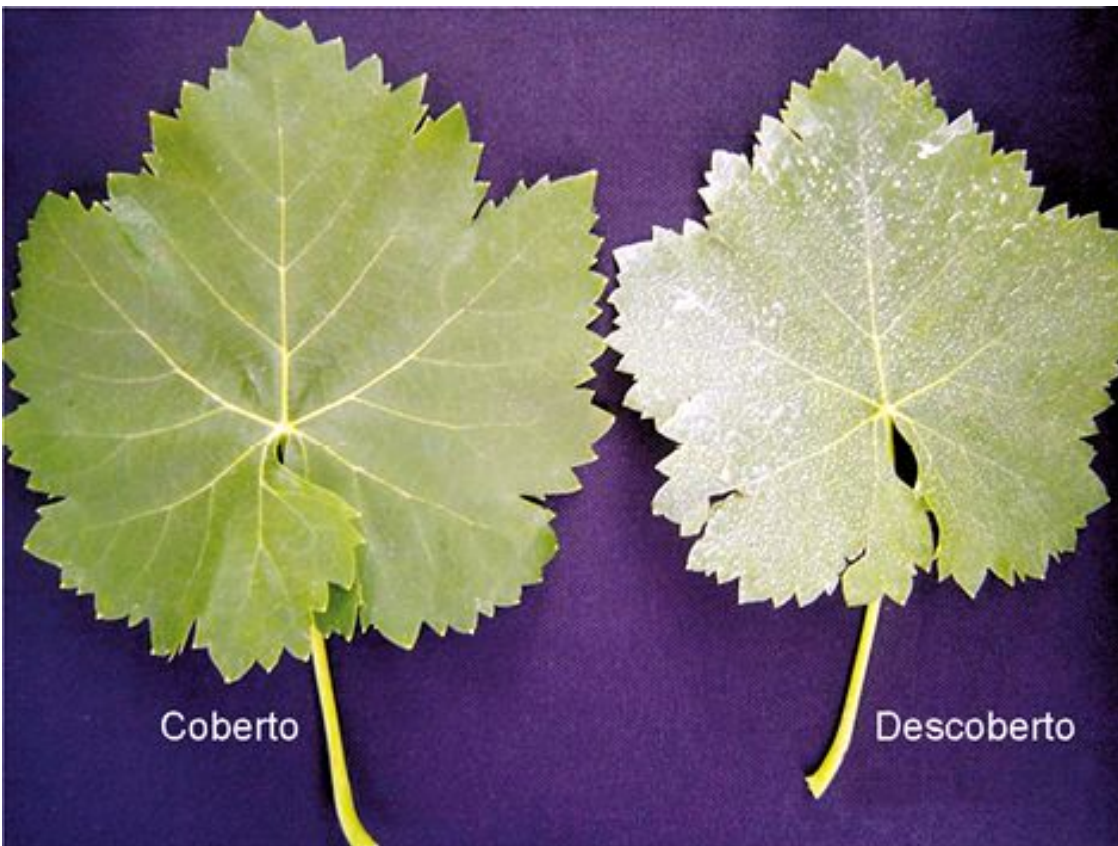


Figura 17. Diferença na área foliar individual de videiras (*Vitis vinifera* L.) da cultivar Moscato Giallo, conduzidas em Y, com (coberto) e sem (descoberto) cobertura plástica. Pigmentação branca nas folhas descobertas está relacionada aos tratamentos fitossanitários com calda bordalesa, não realizados nas folhas sob cobertura. Flores da Cunha, RS, 2006.

Foto: Geraldo Chavarria.

Além disso, Mota et al. (2008) destacam que em 'Cabernet Sauvignon', sob cobertura, ocorreu uma redução significativa no

número de feminelas (ramos laterais crescidos a partir de gemas nos ramos do ano), já que o sombreamento favorece a dominância apical (LAMBERS et al., 1998), reduzindo, assim, a brotação de gemas laterais.

O cultivo protegido, pelas variações microclimáticas, também proporciona que as folhas permaneçam ativas por um período superior (20 a 30 dias) ao longo do ciclo, comparativamente aos cultivos convencionais (Figura 18), principalmente se não houver problemas fitossanitários por molhamento foliar (CHAVARRIA et al., 2007c). Esse efeito é importante para compensar as restrições em número de folhas e disponibilidade de radiação sob a cobertura.



Figura 18. Contraste na antecipação do período de queda das folhas entre o cultivo descoberto (esquerda) e coberto (direita) com cobertura plástica, em vinhedo da cultivar Moscato Giallo. Flores da Cunha, RS, 2006.

Foto: Geraldo Chavarria.

A abscisão das folhas nas plantas cobertas ocorre principalmente em função da senescência, sem a interferência de agentes externos. Em contrapartida, na área descoberta, a queda das folhas pode ser antecipada, em função do ataque de doenças fúngicas e/ou às respostas de fitotoxidez aos agroquímicos aplicados. Dessa forma, o processo fotossintético é favorecido nas áreas cobertas atuando por um período superior e pode se refletir em um maior aporte de reservas para as plantas.

Estudos com plantas perenes em cultivo convencional descoberto destacam que o prolongamento da vida útil foliar favorece não apenas a produção do ano, mas também a brotação de gemas no ciclo posterior (LLOYD; FIRTH, 1990). Além disso, o maior período de atividade foliar tem impactos positivos na floração e na produtividade (BENNETT et al., 2005; MULLINS et al., 1992) e favorece a qualidade enológica, pela maior capacidade de acúmulo de açúcares (BLEDSOE et al., 1988). Sendo assim, a cobertura pode proporcionar um período maior de síntese e mobilização de carbono das folhas para outras partes da planta no período pós-colheita, favorecendo o acúmulo de reservas e o potencial produtivo para o ciclo vegetativo/produtivo seguinte.

Com o uso da cobertura plástica, deve-se intensificar o manejo de poda verde para limitar o excesso de crescimento vegetativo. De modo geral, o ápice dos ramos não pode ultrapassar as extremidades dos plásticos, evitando-se que a vegetação saia para fora do ambiente coberto e fique exposta ao molhamento e aos danos fitossanitários. Essas informações são relevantes, pois enfatizam a necessidade de um manejo fitotécnico adequado e diferenciado para as plantas sob cobertura, em relação ao cultivo convencional, reduzindo-se o impacto do sombreamento e evitando-se focos de doenças em partes desprotegidas pela cobertura.

Smart (1985) observou na cultivar Shiraz que a primeira camada de folhas absorve 85% da radiação solar (RFA) incidente, sendo o restante dessa radiação (9%) transmitido para as folhas inferiores e o solo, ou refletido (6%) para fora do dossel vegetativo. Sabe-se que pode ocorrer variação desse comportamento em função da cultivar, da nutrição (ex.: pigmentação foliar) e do índice de área foliar

(TEIXEIRA; LIMA FILHO, 1997). Dessa forma, vinhedos que apresentem um manejo do dossel vegetativo inadequado vão apresentar número excessivo de ramos e folhas, os quais promoverão autossombreamentos e comprometimentos dos processos de fotossíntese foliar e de maturação das bagas, principalmente nas condições microclimáticas sob as coberturas plásticas que já dispõem de uma radiação incidente atenuada pelo plástico (Figura 10).

Considerando os aspectos de microclima e desenvolvimento vegetativo, salientados anteriormente, destaca-se que a produtividade das videiras em ambiente protegido pode ser favorecida. Chavarria (2008) observou incrementos de 16,39% e 39,15% em dois anos de avaliação na cultivar Moscato Giallo (*Vitis vinifera* L.), em comparação a uma área do mesmo vinhedo mantida sem cobertura. Esses ganhos são mais expressivos em cultivos orgânicos, sendo que em 'Niágara Rosada' coberta observou-se um aumento de produção, atingindo 2,25 vezes a quantidade colhida na área descoberta (COMIRAN et al., 2012). Dessa forma, salienta-se que a restrição de radiação solar ocasionada pela cobertura não prejudica o metabolismo da videira; e, em alguns casos, pode até beneficiar, evitando, por exemplo, danos por chuvas no florescimento ou pelo excesso de radiação (lesões em bagas pela elevada exposição solar) e estresse hídrico (CHAVARRIA et al., 2007a). No geral, o processo fotossintético é favorecido pelo microclima propiciado pela cobertura, e isso se reflete em maior potencial produtivo (CHAVARRIA, 2008).

Nos componentes do rendimento e qualidade dos cachos, salienta-se que o comprimento dos cachos também pode aumentar

nas áreas cobertas, reduzindo a compactação, em virtude da diminuição da radiação nesse ambiente (CHAVARRIA, 2008; MOTA, 2007). Em função disso, o engajo desses cachos também apresenta massas superiores ao cultivo convencional. Destaca-se, também, que os cachos de ambiente protegido apresentam um maior número de bagas (CHAVARRIA, 2008). Com esse resultado é enfatizado o maior índice de frutificação sob a cobertura, o qual pode estar relacionado ao fato de que essa tecnologia pode evitar os efeitos negativos de chuvas e ventos no subperíodo florescimento-chumbinho.

Além disso, pelo fato de a disponibilidade hídrica para as plantas na área coberta ser maior (ver item [Disponibilidade hídrica e eficiência do uso da água](#), neste capítulo, para mais detalhes), o crescimento de bagas é favorecido em diâmetro e massa fresca (CHAVARRIA, 2008; MOTA et al., 2008; VENTURIN, 2004), em função da maior pressão de turgor nos tecidos favorecer o crescimento celular (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Esse aumento no tamanho das bagas pode ser negativo sob o aspecto enológico, principalmente para as uvas tintas, haja visto que bagas maiores apresentam uma menor relação de massa entre casca e polpa, considerando que na casca se localizam os compostos desejáveis (antocianinas, fenóis, etc.) para o incremento enológico (CONDE et al., 2007; OJEDA et al., 2002). De acordo com os resultados obtidos por Chavarria et al. (2008b), embora ocorra um favorecimento no incremento de massa e diâmetro das bagas das videiras cultivadas sob cobertura plástica, esse incremento não altera significativamente a relação de massa entre a casca e a polpa dessas uvas (CHAVARRIA, 2008).

Mota et al. (2008) também salientam que, em ‘Cabernet Sauvignon’, ocorreram variações significativas no tamanho de bagas apenas nas fases fenológicas iniciais do desenvolvimento do cacho, sendo as bagas similares em peso e diâmetro no momento da colheita, em comparação ao cultivo convencional. Além do aspecto enológico, esses resultados também salientam que o manejo hormonal adotado no cultivo de uvas de mesa para o incremento do tamanho de bagas deve ser mantido e ajustado (em dose) para as condições sob cultivo protegido.

A garantia das safras é a maior justificativa para o investimento nessa tecnologia de proteção das videiras. Na região da Serra Gaúcha, onde foi obtida a maioria dos dados para este capítulo, é frequente a ocorrência de ventos e chuvas fortes, assim como a ocorrência de granizo. Isso pode promover a perda total de uma safra e até afetar o ciclo seguinte, pois o granizo não danifica só cachos e folhas, mas também ramos não lignificados. Com isso, a produção e o acúmulo de reservas de carbono que ocorre durante o ciclo, os quais serão utilizados na retomada do crescimento na primavera no próximo ano, ficam comprometidos por esses danos.

Essa garantia pode ser estendida para o caso de anos com reduzida precipitação pluviométrica, destacando-se o efeito atenuante da cobertura plástica impermeável no estresse hídrico (ver Disponibilidade hídrica e eficiência do uso da água deste capítulo, para mais detalhes). Sabe-se que essa tecnologia é utilizada para espécies de *Prunus* sp. em países como a Espanha, com a finalidade de atenuar o efeito negativo da falta d’água (BARRADAS et al., 2005). Portanto, a cobertura plástica pode ser uma ferramenta para o viticultor incrementar com garantia a

quantidade e a qualidade das uvas, de forma independente das condições meteorológicas de cada safra.

Manejo fitossanitário

No cultivo convencional, a céu aberto, de uvas *Vitis vinifera* no Rio Grande do Sul são realizadas em média 14 pulverizações com fungicidas (FREIRE et al., 1992), sendo a maioria (8 a 10) utilizada para o controle do míldio (*Plasmopara viticola*) (MENDES, 2002). Na região norte do Paraná, pelo fato de efetuarem duas safras por ano e pela alta frequência de chuvas, são realizadas mais de 70 aplicações por ano para proporcionar um controle satisfatório do míldio (YAMAMOTO et al., 2012). Na prática, os produtores realizam pulverizações semanais (método por calendário) com a intenção de garantir a produção e, em muitas vezes, pode não existir a real necessidade da aplicação de fungicidas. Com isso, podem ocorrer facilmente problemas de resíduos de pesticidas em conjunto com danos econômicos e ambientais.

Nesse contexto, o ambiente protegido pode se apresentar como uma alternativa viável para minimizar problemas com a maturação das uvas e com o manejo fitossanitário, principalmente por possibilitar modificações no microclima. Nessas condições, destaca-se principalmente a possibilidade de restrição da água livre sobre as folhas e frutos (Figura 19), que é o fator primário e principal para desencadear o início das infecções fúngicas na videira (GRIGOLETTI JÚNIOR; SÔNEGO, 1993). Apesar da proteção, em algumas situações pode ocorrer a presença de água livre sob a área coberta, tais como em dias de chuva com ventos laterais e em

períodos de muita precipitação e alta umidade relativa do ar, o que favorece a gutação (detalhe na Figura 19). Nessas condições, é necessário efetuar pulverizações de fungicidas sob a cobertura. Contudo, com a utilização da cobertura plástica, existe a possibilidade de uma redução drástica nos tratamentos fitossanitários, conforme citado por Santos (2005) e Schuck (2002). Isso também foi comprovado por Chavarria (2008), de forma que, no primeiro ciclo de cobertura, foram necessárias apenas duas aplicações de fungicidas na área coberta, em comparação a 17 aplicações no cultivo convencional descoberto.

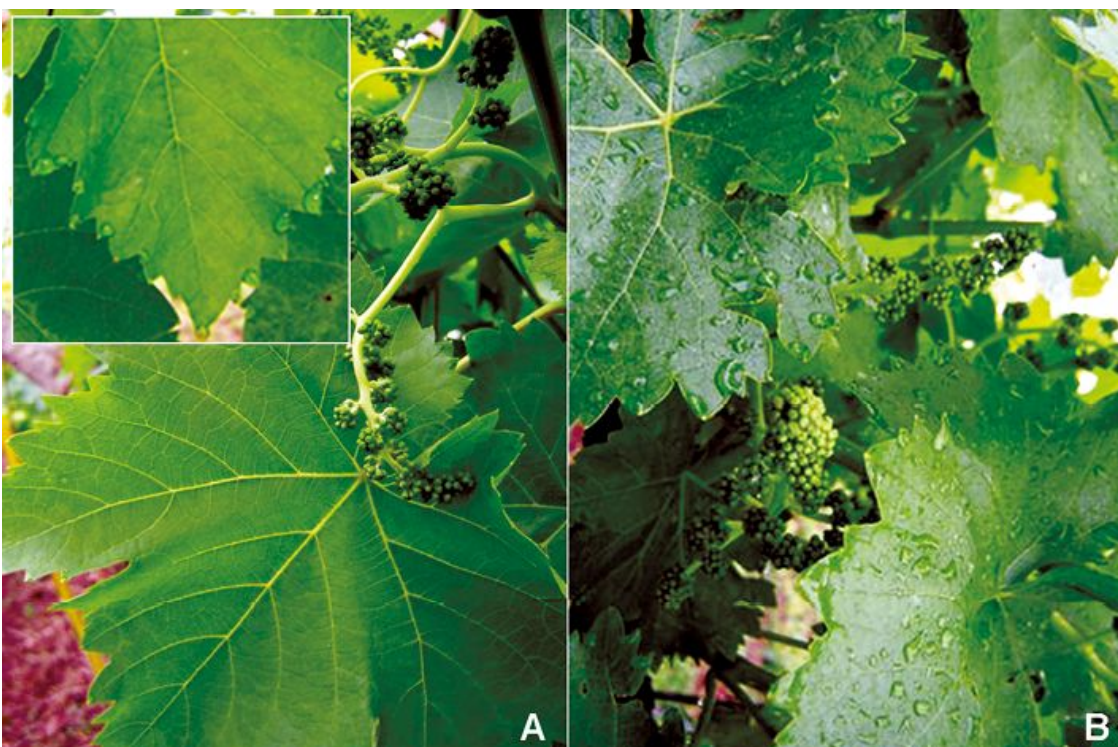


Figura 19. Contraste de ausência de água livre em folhas de videira sob cobertura plástica (A), em relação às folhas de videiras descobertas (B). Foto registrada logo após uma chuva (nov./2007). No detalhe, destaca-se que na área coberta (A), eventualmente, pode ocorrer o acúmulo de água livre na borda das folhas, em decorrência da alta disponibilidade de água no solo e no ar em períodos longos de precipitação (fenômeno denominado gutação). Flores da Cunha, RS, 2007.

Fotos: Henrique Pessoa dos Santos.

No avanço desse trabalho, no segundo ciclo, não foi utilizado nenhum fungicida na área com cobertura plástica, ao passo que, no cultivo convencional, foram realizadas 15 aplicações. Os autores salientam ainda que, pelas condições microclimáticas da cobertura, as duas aplicações realizadas no primeiro ciclo foram feitas apenas nos focos de ocorrência da doença (oídio) e não em toda a área, com total eficácia de controle. Dessa forma, nos dois anos avaliados, além da diminuição dos gastos com fungicidas na área coberta, tanto o produtor como o ambiente tiveram uma redução de

aproximadamente 15 vezes no nível de exposição e de contaminação por esses produtos, o que pode viabilizar a produção orgânica de uvas (CHAVARRIA et al., 2007c). Essa redução de tratamentos fitossanitários pode ser até mais expressiva em outras regiões de cultivo, em virtude das condições climáticas e da pressão de inóculo da doença, como ocorre no norte do Paraná. Nessa região, em um ano, ao longo de dois ciclos, foram registradas 78 aplicações de fungicidas em área com sombrite, enquanto que na área com cobertura de plástico impermeável foram realizadas apenas 16 pulverizações, resultando em uma redução de 79,5% (YAMAMOTO et al., 2011).

Para se definir a real necessidade de tratamentos fitossanitários, considera-se o comportamento das principais doenças fúngicas sob as coberturas. Nesse enfoque, destacam-se os trabalhos desenvolvidos por Chavarria (2008), Mota (2007) e Santos (2005), representando as condições da Serra Gaúcha, e Yamamoto et al. (2012), na realidade do norte do Paraná. Esses trabalhos avaliaram a incidência (% de folhas e cachos infestados) e a severidade (tamanho de lesões e % de bagas infestadas por cacho) de ataque das principais doenças fúngicas sobre as cultivares Moscato Giallo, Riesling Itália e Cabernet Sauvignon.

Na Serra Gaúcha, a incidência e severidade de míldio foi suprimida em 100% sob as coberturas, não havendo diferenças em relação às áreas descobertas com pulverizações realizadas por calendário, nas safras 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007. Os pequenos pontos de infecção dessa doença que ocorreram nas áreas cobertas se situaram apenas nas folhas que estavam localizadas nas bordas externas da cobertura, ou nas faces do parreiral que ficaram mais

expostas a ventos, favorecendo o molhamento em dias de chuva. Outra observação importante é que os focos de míldio não apresentaram avanço sob a cobertura, o que salienta a exigência de tratamentos localizados e não em toda a área. Esse impacto da cobertura sobre o controle de míldio também foi observado no norte do Paraná, com reduções de 97,7% e 96,9% de incidência e severidade dessa doença, respectivamente, nas áreas cobertas em relação ao cultivo convencional com tela (YAMAMOTO et al., 2012).

Em relação à incidência de podridões de cachos, a cobertura sem tratamento proporcionou uma redução média de 64,09% e 32,62%, respectivamente, para as safras 2006 e 2007, em relação ao cultivo descoberto e com tratamento fitossanitário convencional (Figura 20). Nessa redução, destacou-se principalmente a podridão-da-uva-madura (-79,71% e -53,03%) e a podridão ácida (-73,18% e -45,56%). As podridões de cacho consistem em um grande problema na viabilidade da produção vitícola, por não existirem ainda medidas de controle inteiramente eficazes. Dessa forma, os resultados obtidos com a cobertura plástica apontam para uma possibilidade de controle ou minimização dos impactos e sem o ônus da contaminação ambiental, pois esse controle ocorre pela mudança microclimática e não pelo emprego de agroquímicos.



Figura 20. Diferença visual em podridões nos cachos da cultivar Moscato Giallo entre os cultivos coberto (A) e descoberto (B); à esquerda coberto e à direita descoberto (C). Safra 2006. Flores da Cunha, RS.

Fotos: Geraldo Chavarria.

Quanto à severidade das podridões, com o uso da cobertura também houve um decréscimo significativo em podridão-da-uva-madura (-87,43% e -94,29%), podridão-cinzenta-da-uva (-57,64% e -56,03%) e podridão-ácida (-84,48% e -83,69%), respectivamente, nas safras 2006 e 2007 (CHAVARRIA, 2008). Santos (2005) também observou uma redução média de 95% no grau de severidade de míldio, de podridão-da-uva-madura e podridão-cinzenta-da-uva nas cultivares Cabernet Sauvignon, Moscato Giallo e Riesling Itália.

A única exceção observada dos efeitos da cobertura sobre a ocorrência de doenças é na incidência de oídio (*Uninula necator*). Chavarria (2008) e Mota (2007), em algumas safras, observaram alguns focos localizados dessa doença apenas nas áreas cobertas. Essa ocorrência de oídio sob a cobertura pode ser explicada pela exigência climática dessa doença (temperatura elevada, ambiente seco e sombreado (CAÑIZARES, 1998; GRIGOLETTI JÚNIOR; SÔNEGO, 1993)), a qual é favorecida sob a cobertura. Contudo, destaca-se que o oídio apresenta maior facilidade de controle, em relação ao míldio (GRIGOLETTI JÚNIOR; SÔNEGO, 1993), sendo até disponibilizados produtos alternativos e com eficácia comprovada para o controle desse patógeno, como o soro de leite (BETTIOL, 2000), que podem ser utilizados sem comprometer a viabilização de uma produção integrada ou orgânica sob cobertura plástica.

Na caracterização dos fatores da redução de incidência de míldio e podridões nas áreas cobertas, Chavarria (2008) salienta que a

cobertura plástica não exerce uma barreira física à presença de esporo sobre as plantas. Isso foi comprovado pela avaliação da quantidade média diária de esporangiósporos de *Plasmopara viticola* (míldio) presentes no ar em áreas cobertas e descobertas (Tabela 3). Os resultados salientam até valores mais elevados de esporos nas áreas cobertas, o que não explica a restrição de ocorrência dessa doença, evidenciada anteriormente. Considerando, portanto, a presença do patógeno e do hospedeiro, é possível afirmar que o principal fator que impede a presença dessa doença são as condições microclimáticas desfavoráveis impostas pela cobertura.

Tabela 3. Médias diária e horária de dispersão de esporangiósporos de *Plasmopara viticola* em vinhedos (*Vitis vinifera* L.) da cultivar Moscato Giallo com (coberto) e sem (descoberto) cobertura plástica nos ciclos 2005–2006 e 2006–2007. Flores da Cunha, RS.

Tratamento	Dispersão de esporangiósporos de <i>Plasmopara viticola</i>					
	Média dia ⁻¹			Média hora ⁻¹		
	2005–2006	2006–2007	Total	2005–2006	2006–2007	Total
Coberto	687,65aA ⁽¹⁾	980,9aA	834,28a	28,65aB	40,87aA	34,76a
Descoberto	404,15aA	490,05aA	447,1b	16,84bA	20,42bA	18,63b

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas (entre tratamentos no mesmo ciclo) e maiúsculas (entre ciclos no mesmo tratamento) distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%, de acordo com teste de Tukey.

Fonte: Chavarria (2008).

Na análise microclimática, conforme salientado anteriormente, a umidade relativa do ar não apresenta diferença entre ambientes

protegidos e convencionais. Sendo assim, essa variável não se apresenta como um fator determinante da presença/ausência de doenças fúngicas em áreas sob coberturas plásticas, apesar de ser empregada como referência de condições para o estabelecimento de doenças fúngicas em cultivos descobertos (PIMPINI, 1985). É importante destacar, entretanto, que míldio e podridões de cacho estão relacionadas principalmente com a presença de água livre sobre as partes vegetativas e reprodutivas da videira (GRIGOLETTI JÚNIOR; SÔNEGO, 1993), que é praticamente nula em ambiente protegido.

Diversos modelos apontam que a duração do molhamento foliar, associado à temperatura, atua como fator fundamental para o processo de eficiência da infecção de doenças, como o míldio da videira (LALANCETE et al., 1987). Com água livre disponível, vários processos relacionados às infecções das doenças, incluindo a liberação e germinação de esporos, penetração do tubo germinativo de fungos e a multiplicação de células de bactérias, ficam apenas dependentes da temperatura para seu estabelecimento (AGRIOS, 1997). Desse modo, considerando que, na área coberta, o fator água livre não está presente, as condições de infecção das doenças fúngicas são dificultadas. Como exemplo disso, Chavarria (2008) demonstra que alguns ramos que se alongaram para fora da cobertura apresentaram incidência de míldio, ao passo que os mantidos sob a cobertura não apresentaram doenças, comprovando assim o efeito do microclima da cobertura sobre a ocorrência das doenças fúngicas (Figura 21).



Figura 21. Presença de míldio (*Plasmopara viticola*) em folhas de ramo crescido fora da cobertura plástica, em comparação com as folhas cobertas e isentas do patógeno, em Flores da Cunha, RS, 2006.

Foto: Geraldo Chavarria.

Apesar dessas evidências, em áreas com cobertura plástica ainda pode ocorrer o acúmulo de água livre na superfície das folhas pela condensação do vapor de água da atmosfera, chuvas com ventos laterais ou ainda pela gutação, conforme salientado anteriormente. Na adoção de coberturas plásticas, é imprescindível também o uso de quebra-ventos para evitar ou minimizar a entrada de água por ventos laterais em dias de chuva. Além disso, Chavarria et al. (2007c) evidenciam que a maior presença de água livre na área coberta provém da condensação do orvalho na face interna dos plásticos de cobertura (Figura 8), sendo muito baixa a frequência de

gutação. Nesse sentido, o cuidado com o manejo de poda, evitando o contato da vegetação na face interna dos plásticos, torna-se imprescindível para favorecer as condições microclimáticas adequadas para a não ocorrência de doenças e, consequentemente, minimizar os tratamentos fitossanitários.

É importante salientar que, com a cobertura plástica impermeável nas fileiras de cultivo da videira, deve-se buscar a máxima eficiência no controle de água livre (efeito guarda-chuva) sobre as plantas. Isso porque a água que atinge um ponto localizado abaixo da cobertura plástica tende a ficar presente no estado líquido por um período significativamente superior, em relação à área descoberta, pelo fato de o microclima coberto apresentar um menor DPV e velocidade do vento (Figura 10). Desse modo, deve-se evitar ao máximo a entrada de água nesse sistema de cultivo, provinda de chuvas ou de pulverizações desnecessárias, haja visto que essa dificuldade de evaporação pode propiciar condições muito favoráveis para o estabelecimento de doenças e exigir a aplicação de tratamentos químicos preventivos.

Com isso, a recomendação de tratamentos com fungicidas nas áreas cobertas, para antracnose, míldio e podridões, deve ficar restrita aos locais/plantas que apresentam predisposição ao molhamento (ex.: por ação de ventos laterais), e somente quando ocorre esse molhamento, evitando-se ao máximo o uso de tratamentos por calendário/preventivos aplicados no sistema convencional descoberto.

O controle da entrada de água nas áreas cobertas pode ser obtido por meio de alterações na estrutura de sustentação dos plásticos (modificações de altura, largura ou colocação de calhas, Figura 13),

manejo de poda (evitando o molhamento pela face inferior dos plásticos), quebra-ventos e controle da irrigação, pois o excesso de disponibilidade hídrica pode incrementar a umidade relativa e estimular a gutação. No geral, deve-se procurar a adoção de técnicas de manejo que possam otimizar as condições limitantes ao estabelecimento de fungos sob as coberturas.

Resíduos de fungicidas

Considerando as variações microclimáticas impostas pela cobertura, destaca-se que, além da influência sobre o estabelecimento de doenças, podem também ocorrer alterações na eficácia do controle químico. A dissipação dos pesticidas após a sua aplicação depende de vários fatores, incluindo espécies de plantas, formulação química e método de aplicação, condições climáticas, fenômenos físicos (principalmente volatilização) e degradação química, na qual a luz solar exerce importante papel, principalmente, pela emissão de raios ultravioleta (CABRAS et al., 1997; MINELLI et al., 1996). Com isso, coberturas com plásticos, que são fabricados com protetores químicos contra raios ultravioleta, podem interferir diretamente sobre a degradação de fungicidas sujeitos a esse processo de dissipação e, conseqüentemente, aumentam o período de meia vida das moléculas aplicadas. Além disso, a chuva tem um efeito direto na lixiviação do produto aplicado, e, se esta não ocorre sob as coberturas, lavando os cachos e folhas, o efeito residual pode ser prolongado. Esse efeito já foi observado em cafeeiro, onde aplicações do fungicida mancozeb apresentou baixa persistência em condições de chuva induzida (OLIVEIRA et al., 1998). Portanto, a

adoção de manejo fitossanitário em cultivo protegido com os mesmos procedimentos de tratamentos recomendados para o cultivo convencional (ex.: produtos, frequência e volume de aplicação) é equivocada e pode provocar sérias consequências.

Destaca-se que o cultivo protegido se apresenta como um agrossistema distinto, e os produtos aplicados podem apresentar um período residual diferenciado, em relação ao cultivo convencional. A exemplo disso, em cultivo protegido de tomate, Frank et al. (1987) demonstraram que a concentração de resíduo na fruta dos fungicidas captan e clorotalonil foi 10 a 20 vezes maior no mesmo período de carência adotado no cultivo convencional descoberto.

Para comprovar essa persistência de fungicidas em vinhedos com cobertura plástica, Chavarria et al. (2007c) analisaram o acúmulo residual do fungicida captan. Nesse estudo, verificou-se um incremento de 18,26% no resíduo de captan nos cachos cultivados sob cobertura plástica na avaliação realizada aos dois dias após a primeira aplicação, e 33,1% e 27,52%, nas avaliações realizadas dois e sete dias após a segunda aplicação, respectivamente (Figura 22). Em outro trabalho, Souza et al. (2011) verificaram que o ingrediente ativo tebuconazole, fungicida registrado para o controle do oídio e da ferrugem da videira (carência de 14 dias no rótulo), apresenta uma curva de degradação no cultivo convencional com uma evolução de, no mínimo, três vezes superior à taxa observada no cultivo protegido (Figura 23). Diante desse fato, a carência a ser observada para o fungicida tebuconazol, por segurança, deveria ser de 42 dias, mas essa informação distinta para cultivos protegidos não consta na rotulagem de nenhum produto agrícola atualmente no

mercado, o que se torna um tema preocupante para qualquer tipo de cultivo protegido.

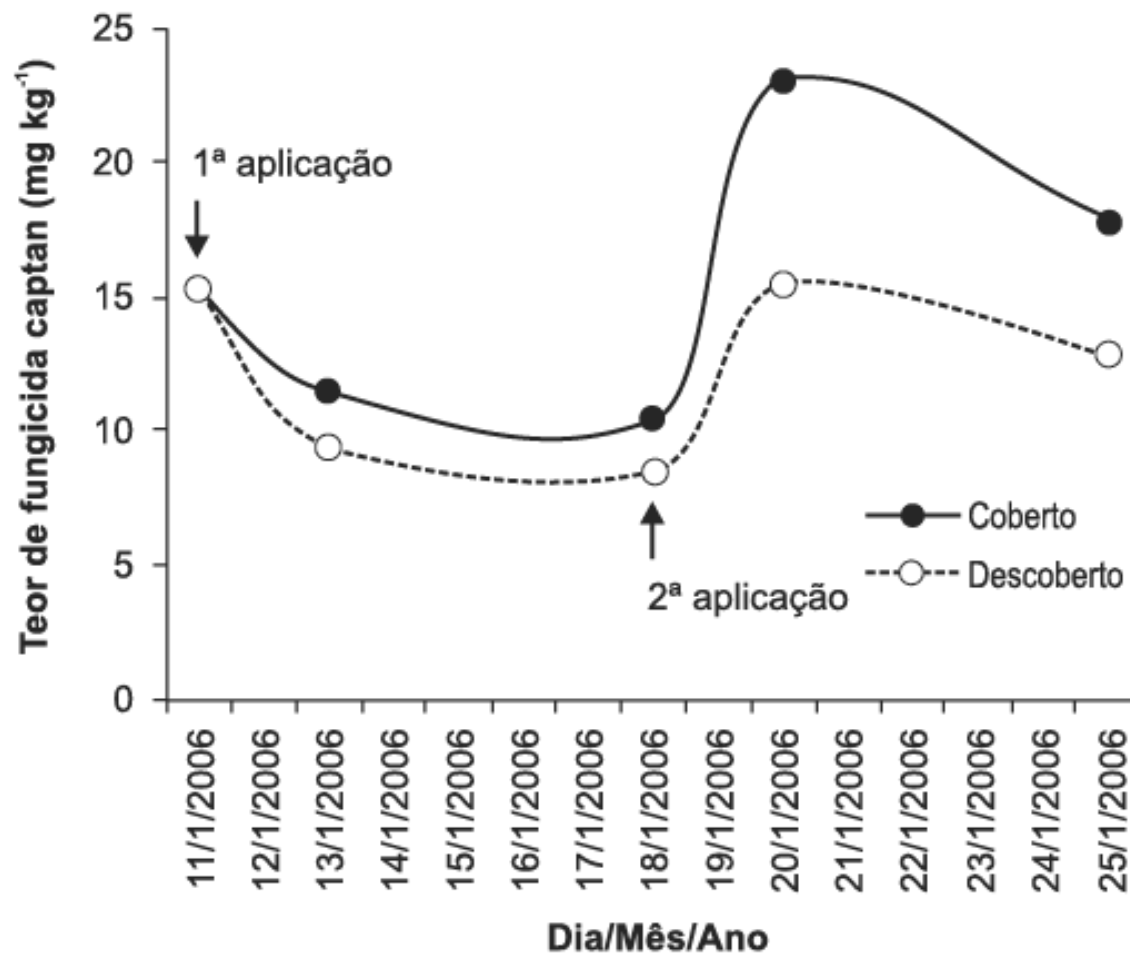


Figura 22. Evolução temporal do teor de fungicida (princípio ativo captan) em uvas da cultivar Moscato Giallo conduzidas em Y, cultivadas com (coberto) e sem (descoberto) cobertura plástica. Flores da Cunha, RS, 2006. As aplicações foram realizadas com pulverizações até o escoamento (125 g L^{-1} i.a.), e as determinações de resíduos, por cromatografia e espectrometria de massa. Setas representam a primeira e a segunda data de aplicação.

Fonte: Chavarria et al. (2007c).

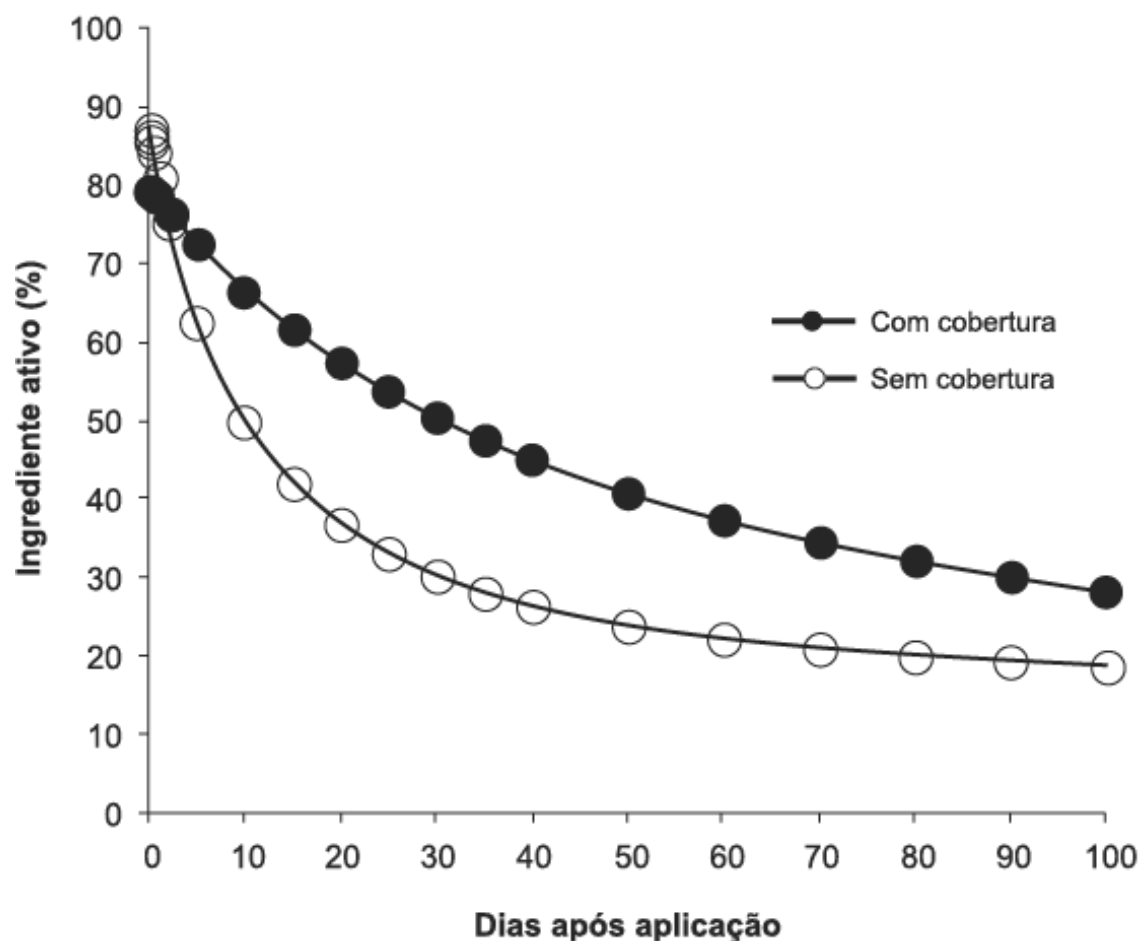


Figura 23. Concentração do fungicida tebuconazol na solução de lavagem de folhas de videira com e sem o uso de cobertura plástica, após a aplicação da dosagem de $0,13 \text{ L ha}^{-1}$ de ingrediente ativo. Solução de lavagem analisada por HPLC/MS. Jales, SP, 2011.

Fonte: Souza et al. (2011).

O prolongamento da atividade/resíduo dos produtos sob cobertura plástica está, possivelmente, relacionado a dois fatores do microclima: a restrição de molhamento e de radiação solar. A chuva tem um efeito direto na lixiviação do produto aplicado; e, se essa não ocorre, lavando os cachos e folhas, o efeito residual é prolongado. Esse efeito já foi observado em cafeeiro, onde

aplicações do fungicida mancozeb apresentou baixa persistência em condições de chuva induzida (OLIVEIRA et al., 1998).

A diminuição da incidência de radiação solar ocasionada pela cobertura plástica também afeta a persistência dos fungicidas (FRANK et al., 1987). Os plásticos utilizados nas coberturas possuem aditivos químicos bloqueadores de raios ultravioletas, para aumentar sua durabilidade em campo (VENTURIN; SANTOS, 2004). Esse bloqueio, portanto, pode impedir a fotodegradação das moléculas de fungicidas, o que aumenta a persistência dos produtos nas condições de cultivo protegido.

Considerando que as condições microclimáticas impostas pela cobertura plástica são contrárias ao estabelecimento de doenças e favorecem a maior persistência dos fungicidas aplicados, destaca-se que o manejo fitossanitário em cultivo protegido deve ser obrigatoriamente distinto do cultivo convencional. Essa distinção necessariamente envolve mudanças na forma de aplicações (dirigida em focos de incidência, em locais/plantas que apresentam molhamento, e evitando que os produtos atinjam os plásticos), com grande redução na frequência e no volume de pulverizações e possivelmente no uso de diferentes princípios ativos e formulações, o que ainda carece de pesquisas específicas. Se esse enfoque não for considerado em cultivos protegidos de videira (e certamente de outras espécies que adotam cultivo protegido), a adoção dessa técnica poderá trazer mais riscos do que benefícios, considerando os potenciais impactos à saúde do consumidor e à sustentabilidade ambiental.

Maturação e qualidade enológica

As condições meteorológicas e sanitárias durante o período de maturação das uvas são de extrema importância para a qualidade da produção para consumo in natura e elaboração de vinhos (KLIEWER; SMART, 1989; SMART, 1985). Nesse período é quando são sintetizados ou translocados a maioria dos compostos relacionados à qualidade enológica da uva, tais como, açúcares, terpenos, antocianinas, taninos, ácidos orgânicos, entre outros. Este, portanto, corresponde ao período mais delicado no aspecto fitossanitário, pois as injúrias ocasionadas por pragas ou doenças podem interferir diretamente na composição físico-química das bagas (CONDE et al., 2007).

O microclima, que ocorre próximo às plantas e aos frutos apresenta-se como um importante fator para a produção de uva, pois, coordenado pelo genótipo, determina o início da maturação, a sua duração e as características físico-químicas e organolépticas do fruto (SMART; ROBINSON, 1985). Isso ocorre pelo fato de interferir diretamente nas respostas fisiológicas das plantas (MULLINS et al., 1992) e na incidência de doenças (AGRIOS, 1997), que vão se refletir na síntese de compostos importantes para a qualidade enológica (JACKSON, 2000).

Os ácidos nos vinhos têm a importante função de manter baixo o pH, o qual mantém a estabilidade e a coloração (MANFROI et al., 2006). O conteúdo de ácido málico presente nas uvas sob cobertura plástica pode diminuir em até 25%, considerando a mesma época de colheita do cultivo convencional. Dessa forma, é importante um acompanhamento da evolução da maturação para a realização da colheita no momento adequado (CHAVARRIA, 2008). Esse comportamento pode estar relacionado à degradação de ácidos

orgânicos ocasionada por temperaturas mais elevadas sob a cobertura plástica (Figura 10).

Alguns trabalhos demonstram a influência da temperatura sobre a síntese dos ácidos orgânicos (LAKSO; KLIEWER, 1975). Sabe-se que a enzima que degrada o ácido málico aumenta sua atividade com o incremento da temperatura até 46 °C, o que denota uma alta estabilidade térmica dessa enzima, ao passo que o fosfoenolpiruvato, que é precursor do ácido málico, é altamente reduzido por temperaturas elevadas (38 °C) (CONDE et al., 2007). Essas duas informações indicam que o decréscimo do ácido málico durante a maturação das uvas é resultado da redução da síntese do ácido málico em combinação com uma aceleração catabólica. Dessa maneira, em razão do incremento das temperaturas que a cobertura plástica propicia, o conteúdo de ácido málico nas bagas é reduzido (CHAVARRIA, 2008).

Em análises físico-químicas do mosto de uvas, Chavarria et al. (2008b) observaram que a cobertura plástica propiciou uma menor densidade e uma menor quantidade de açúcares redutores. Esses resultados reforçam a ideia de que as uvas sob cobertura plástica apresentam atraso na evolução fenológica durante o período de maturação (ver Desenvolvimento fenológico), não atingindo o mesmo nível de maturação no momento da colheita das uvas do cultivo descoberto. Esse atraso na maturação se deve à interferência que a cobertura exerce sobre esse processo fisiológico, estendendo o período de maturação a partir da mudança de cor das bagas até a colheita, possivelmente pela diminuição da radiação solar nas áreas cobertas (Figura 10). Isso implica na necessidade de atrasar a data de colheita das uvas cultivadas sob cobertura

plástica, a fim de propiciar a máxima maturação fisiológica e tecnológica dos frutos. Esse procedimento é possível nesse sistema de cultivo em função da garantia fitossanitária que a cobertura plástica propicia para o vinhedo, em comparação ao cultivo convencional.

Considerando, em conjunto, o acúmulo de açúcares e a degradação dos ácidos orgânicos, pode-se inferir que as taxas de incremento de açúcar nas bagas sejam menores que as taxas de degradação de ácidos orgânicos em cultivo protegido, já que os níveis dos ácidos no mosto tiveram comportamento diferenciado, se comparados ao cultivo descoberto (CHAVARRIA et al., 2008b). A degradação do ácido málico pelo aumento da temperatura pode justificar a similaridade em acidez da uva, apesar das diferenças de acúmulo de açúcares. O acúmulo de açúcar, contudo, tem influência não só da temperatura mas também da radiação solar (MULLINS et al., 1992). E, como a cobertura restringe a radiação no nível dos cachos (Figura 10), isso pode justificar o decréscimo na taxa de incremento de açúcar ao longo da maturação.

A quantidade de minerais no vinho pode ser influenciada por fatores como a fertilidade do solo, as práticas de fertilização, balanço hídrico da planta e as condições de vinificação (MAARSE et al., 1987). De acordo com os resultados obtidos por Chavarria et al. (2008b), os vinhos provenientes de áreas cobertas na safra 2006 apresentaram quantidades significativamente menores de Mg, Na, Mn, Rb e, principalmente, P e K (Tabela 4). Esses menores teores de minerais foram também confirmados pela menor concentração de cinzas no vinho.

Tabela 4. Teores de minerais em amostras de vinho da cultivar (*Vitis vinifera* L.) Moscato Giallo, conduzida em Y, e cultivada com (coberto) e sem (descoberto) cobertura plástica nas safras 2006 e 2007, em duas épocas de colheita. Flores da Cunha, RS.

Mineral (mg L ⁻¹)	Teores de minerais					
	Safra 2006		Safra 2007 (Época 1) ⁽²⁾		Safra 2007 (Época 2) ⁽²⁾	
	Coberto	Descoberto	Coberto	Descoberto	Coberto	Descoberto
P	35,3bB ⁽¹⁾	82,5aB	147,6aA	156,8aA	195,6aA	158,2aA
K	495,9bB	820,0aA	1.122,4aA	1.064,6aA	1.264,4aA	1.205,9aA
Ca	38,9aB	39,2aB	69,4aA	60,6aA	64,2aA	56,5aAB
Mg	44,7bB	51,9aB	139,6aA	131,1aAB	165,9aA	142,0aA
Na	14,4bB	15,1aB	37,7aA	46,8aA	37,6aA	24,9aB
Fe	0,4aA	0,4aA	1,6aA	1,1aA	1,1aA	0,8aA
Cu	0,1aA	0,2aA	1,2aA	0,3aA	0,3aA	0,2aA
Zn	0,1aB	0,3aB	0,6aA	0,6aA	0,7aA	0,4aAB
Mn	1,0bA	1,2aA	3,2aA	3,0aA	1,7aA	2,7aA
Rb	2,7bB	3,5 aB	5,2aAB	7,2aA	7,6aA	7,4aA
Li (µg L ⁻¹)	4,8aA	3,9aA	3,9aA	3,8aA	5,5aA	4,4aA

⁽¹⁾ Médias (representam a média de três microvinificações) na linha, seguidas pela mesma letra minúscula (entre os tratamentos coberto e testemunha) ou maiúscula (entre as safras em cada tratamento), não diferem entre si de acordo com o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Chavarria (2008).

⁽²⁾ Diferença de dez dias entre a primeira e a segunda colheita da safra 2007.

Apesar desses contrastes significativos em 2006, na safra seguinte (2007) essas diferenças não se confirmaram (Tabela 4). Esse comportamento pode estar relacionado com as modificações nas relações hídricas do vinhedo, impostas pelas condições

meteorológicas de cada safra e pelo microclima sob as coberturas (para mais detalhes, ver [Mudanças microclimáticas](#) neste capítulo). De modo geral, as condições microclimáticas sob a cobertura restringem o fluxo de água no contínuo solo-planta-atmosfera e, conseqüentemente, o transporte de nutrientes na planta. Além disso, as coberturas propiciam uma redistribuição do sistema radicial da região da linha para a entrelinha, pelo fato de esta dispor de maior potencial hídrico nas camadas superficiais (0 cm a 10 cm de profundidade) (CHAVARRIA et al., 2008a). Portanto, como a primeira safra (2006) foi realizada aos dois anos após o início da cobertura, o sistema radicial poderia não estar completamente alocado na entrelinha, influenciando a absorção de minerais.

A sanidade da uva é outro aspecto extremamente importante na definição da qualidade dos vinhos e se trata de um entrave na produção de vinhos finos de qualidade em regiões com excesso de chuvas (SÔNEGO et al., 2005). Algumas doenças fúngicas, além de prejudicarem a produtividade da uva, afetam também a qualidade dos vinhos, durante o processo de vinificação e envelhecimento. Uvas com incidência de *Botrytis cinerea*, por exemplo, contêm maiores concentrações de tirosinase e lacase, que são enzimas responsáveis pela oxidação enzimática dos compostos fenólicos, prejudicando a cor, o aroma e o sabor dos vinhos (SÔNEGO et al., 2005).

Nos vinhos elaborados de uvas cultivadas em áreas com e sem cobertura plástica, os valores de acidez volátil, que denota a sanidade das uvas, foram de 3,3 meq L⁻¹ e 8,0 meq L⁻¹, respectivamente, para a área coberta e descoberta (CHAVARRIA et al., 2008b). Esses menores valores de acidez volátil alcançados no

vinho da área coberta estão associados a uma menor incidência e severidade de podridões de cacho, sobretudo de podridão-ácida, que é a principal causadora desse defeito no vinho (CHAVARRIA et al., 2007c). Isso também foi comprovado pela significativa redução de acetato de etila no vinho de áreas cobertas, que é outro parâmetro relacionado com a qualidade fitossanitária das uvas (CHAVARRIA et al., 2008b).

Considerações finais

Diante do conteúdo apresentado neste capítulo, é possível concluir que a técnica de cultivo protegido de vinhedos com plástico translúcido e impermeável deve ser considerada como um novo sistema de produção de uva. Isso porque ela tem influência direta sobre o microclima, a fisiologia das videiras, a produção e a qualidade do produto final. Essas influências exigem mudanças nas práticas de manejo do solo, da planta e dos produtos fitossanitários, gerando condições potenciais para incrementos de produção e qualidade das frutas de modo independente das condições meteorológicas da safra. Nesse enfoque, destaca-se a possibilidade do cultivo protegido atuar como uma ferramenta para viabilizar a produção orgânica de uva, proporcionando condições para eliminar o uso de fungicidas.

Embora se tenha avançado no conhecimento técnico dessa nova forma de cultivo de videira, ainda existem demandas de pesquisa, envolvendo, principalmente, as características climáticas das diferentes regiões de produção de uva no Brasil e no mundo. Além disso, são necessárias ações científicas e públicas para redução de

custos, no sentido de viabilizar a implantação dessa técnica com sustentabilidade econômica em uvas para processamento.

Essa é uma demanda de grande importância, principalmente para o setor de produção de uvas destinadas à elaboração de sucos, que não dispõe de um elevado valor agregado de venda e necessita de redução de uso de defensivos agrícolas para garantir a segurança do alimento. Atualmente, o alto custo de implantação das coberturas plásticas, que está em torno de US\$ 40.000,00 por hectare, com uma durabilidade de 5 anos, tem limitado o uso dessa técnica apenas para os produtores de uva de mesa que buscam uma melhor quantidade e qualidade visual da fruta. Contudo, ações de pesquisa que viabilizem o aumento da durabilidade da cobertura além dos 5 anos, com o desenvolvimento de aditivos específicos para que os plásticos tolerem a fotodegradação e a oxidação por metais presentes em produtos agrícolas, poderão auxiliar na diluição desse investimento inicial. Além disso, os benefícios dessa técnica apresentados, neste capítulo, devem servir de estímulo às ações públicas para a redução dos preços de comercialização de plásticos que apresentam finalidade específica para coberturas agrícolas.

Apesar das vantagens salientadas, este capítulo também expõe um problema e um grande alerta para os cultivos protegidos (independente da cultura que utiliza essa técnica), relacionado com o maior período residual dos produtos fitossanitários. Nesse ponto, é essencial que sejam desenvolvidas pesquisas específicas para seleção e adequação do manejo de princípios ativos de produtos fitossanitários para utilização em cultivos protegidos. Essas ações devem culminar com descrições específicas nos rótulos de produtos que são destinados/recomendados para cultivos protegidos.

Atualmente, se os técnicos recomendarem os tratamentos fitossanitários com base nos períodos de carência descritos nos rótulos, certamente terão problemas com o acúmulo de resíduos, considerando que esses produtos foram testados/desenvolvidos para as condições microclimáticas de cultivos convencionais.

No geral, salienta-se que o cultivo protegido pode trazer grandes benefícios para a produção de uva, possibilitando a garantia de produção, de qualidade e da redução na demanda de agroquímicos. Ou seja, é possível obter condições para a produção orgânica, de modo independente da cultivar ou das condições climáticas do local de cultivo. Essa técnica de cultivo, contudo, exige que os produtores sigam rigorosamente as recomendações técnicas para que não proporcionem riscos ao ambiente ou à saúde dos consumidores.

Referências

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 4th ed. London, GB: Academic, 1997.

ANTONACCI, D. Comportamento produttivo di nove cultivar di uve da tavola coltivata in ambiente protetto. **Vignevini**, Bologna, v. 20, n. 1/2, p. 53-62, 1993.

ARAÚJO, J. A. C.; CASTELLANE, P. D. Recentes avanços da pesquisa agrônômica na plasticultura brasileira. In: ARAÚJO, J. A. C.; CASTELLANE, P. D. (Ed.). **Dez anos de plasticultura na F.C.A.V.** Jaboticabal: Funep, 1996. p. 67-68.

BARRADAS, V. L.; NICOLÁS, E.; TORRECILLAS, A.; ALARCÓN, J. J. Transpiration and canopy conductance in young apricot (*Prunus armenica* L.) trees subjected to different PAR levels and water stress. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 77, p. 323-333, 2005.

BENNETT, J.; JARVIS, P.; CREASY, G. L.; TROUGHT, M. C. T. Influence of defoliation on overwintering carbohydrate reserves, return bloom, and yield of mature Chardonnay grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 56, n. 4, p. 386-393, 2005.

BETTIOL, W. Leite cru no combate ao oídio. **Cultivar Hortalças e Frutas**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 28-29, 2000.

BLEDSE, A. M.; KLEWER, W. M.; MAROIS, J. J. Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon Blanc grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 35, n. 1, p. 49-54, 1988.

BURMAN, R.; POCHOP, L. O. **Evaporation, evapotranspiration and climatic data**. Amsterdam, NL: Elsevier Science B.V., 1994. 278 p. (Developments in Atmosphere Science, 22).

CABRAS, P.; ANGIONI, A.; GARAU, V. L.; MELIS, M.; PIRISI, F.; MINELLI, E. V. Fate of some new fungicides (cyprodinil, fludioxonil, pyrimethanil, and tebuconazole) from vine to wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 48, p. 2708-2710, 1997.

CAÑIZARES, K. A. L. A cultura do pepino. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições

subtropicais. Botucatu: Unesp, 1998. p. 195-224.

CARBONNEAU, A.; CASTERAN, P.; LECLAIR, P. H. Essai de détermination, en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin: méthodologie et premiers résultats sur les systèmes de conduite. **Annales de L'Amélioration des Plantes**, Paris, FR, v. 28, n. 2, p. 195-221, 1978.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAM, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, p. 441-447, 2008.

CHADHA, K. L.; SHIKHAMANY, S. D. **The grape**: improvement, production and post-harvest management. New Delhi, IN: Malhotra, 1999. 579 p.

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

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2029-2034, 2009.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; FELIPPETO, J.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.; FIALHO, F. B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica.

Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, p. 438-445, 2008a.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; FELIPPETO, J.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. Effet de la couverture plastique sur la croissance et sur le métabolisme de la vigne. In: CONGRESSO DE CLIMA E VITICULTURA, 1., 2007, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza: Gobierno de Aragon, 2007a. p. 59-64.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. Phenological characterization and thermal requirement in grapevines under overhead plastic cover. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF TEMPERATE ZONE FRUITS IN THE TROPICS AND SUBTROPICS, 8., 2007, Florianópolis. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007b. v. 1, p. 120-120.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 477-482, 2007c.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; ZANUS, M. C.; ZORZAN, C.; MARODIN, G. A. B. Caracterização físico-química do mosto e do vinho Moscato Giallo em videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, p. 911-916, 2008b.

CHONÉ, X.; LEEUWEN, C. V.; DUBORDIEU, D.; GAUDILLÈRES, J. P. Stem water potential is sensitive indicator of grapevine water status. **Annals of Botany**, London, GB, v. 87, p. 477-483, 2001.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, n. 54, p. 46-55, 2002.

COMIRAN, F.; BERGAMASCHI, H.; HECKLER, B. M. M.; SANTOS, H. P.; ALBA, D.; SARETTA, E. Microclima e produção de videiras 'Niágara rosada' em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 152-159, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Normas específicas de uva industrial: safra 2010/2011. **Comunicado CONAB/MOC**, Brasília, DF, n. 4, p. 1-3, 7 fev. 2011.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, Takamatsu, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

DETONI, A. M.; CLEMENTE, C.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva 'Cabernet Sauvignon' produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 530-534, 2007.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

FERREIRA, M. A. **Influência da modificação parcial do ambiente por cobertura plástica, no microclima e em parâmetros fitotécnicos de vinhedo de 'Cabernet Sauvignon'**. 2003. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico, Campinas.

FERREIRA, M. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; SANTOS, A. O.;
HERNANDES, J. L. Modificação parcial do 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.

FOCHESATO, M. L.; SOUZA, P. V. D.; AGOSTINI, S. Obtenção de
duas safras por ciclo vegetativo pelo manejo da poda. **Revista
Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 53-57,
2007.

FRANK, R.; BRAUN, H. E.; RITCEY, G. Disappearance of captan
from field- and greenhouse-grown tomato fruit in relationship to time
of harvest and amount of rainfall. **Canadian Journal of Plant
Science**, Ottawa, CA, v. 67, n. 1, p. 355-357, 1987.

FREIRE, L. M. M.; FREIRE, J. M.; CALDART, V. Z. **Transformação
na estrutura produtiva dos viticultores da "Serra Gaúcha" 1985-
1991**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1992. 44 p. (EMBRAPA
CNPUV. Documentos, 7).

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SÔNEGO, O. R. **Principais doenças
fúngicas da videira no Brasil**. Bento Gonçalves: EMBRAPA-
CNPUV, 1993. 36 p.

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid, ES: Mundi-
Prensa, 1993. 983 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Economia**.
Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>>.

Acesso em: 21 mar. 2011.

JACKSON, R. S. **Wine science**: principles, practices, perception. 2nd ed. San Diego: Academic, 2000. 654 p.

KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. **Viticultura tropical**: o sistema de produção do Paraná. Londrina: IAPAR, 2007. 366 p.

KLIEWER, W. M.; SMART, R. E. Canopy manipulation for optimizing vine microclimate, crop yield, and composition of grapes. In: WRIGHT, C. J. (Ed.). **Manipulation of fruiting**. London, GB: Butterworth, 1989. p. 275-291.

LAKSO, A. N.; KLIEWER, W. M. The influence of temperature on malic acid metabolism in grape berries: I. Enzyme responses. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 56, p. 370-372, 1975.

LALANCETE, N.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Estimating infection efficiency of *Plasmopara viticola* on grape. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 71, p. 981-983, 1987.

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

LEÃO, P. C. de S.; SILVA, E. E. G. da. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 379-382, 2003.

LEÃO, P. C. S.; POSSÍDIO, E. L. Histórico da videira. In: LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M. (Ed.). **A viticultura no semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. p. 13-17.

LIMA, M. A. C. de; LEÃO, P. C. de S.; RIBEIRO, A. P. L.; TRINDADE, D. C. G. Maturação de cultivares de uva nas condições

do Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 196.

LLOYD, J.; FIRTH, D. Effect of defoliation time on depth of dormancy and bloom time for low-chill peaches. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 12, p. 1575-1578, 1990.

LORENZ, D. H.; EICHORN, K. W.; BLEHOLDER, H.; KLOSE, R.; MEIER, U.; WEBER, E. Phenological growth stages of grapevine (*Vitis vinifera* L.): codes and descriptions according to the extended BBCH scale. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 1, p. 100-103, 1995.

LULU, J.; CASTRO, J. V.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa 'Romana' (A 1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 422-425, 2005.

MAARSE, H.; SLUMP, A. C.; TAS, A. C.; SCHAEFER, J. Classification of wines according to type and region based on their composition. **Zeitschrift für Lebensmittel - Untersuchung und Forschung**, Berlin, DE, v. 184, p. 198-203, 1987.

MANDELLI, F. **Comportamento fenológico das principais cultivares de *Vitis vinifera* L. para a região de Bento Gonçalves, RS.** 1984. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2004 na Serra Gaúcha.** Bento Gonçalves: Embrapa

Uva e Vinho, 2004. 4 p.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis metereológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha”**. 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. N. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 290-296, 2006.

MELLO, L. M. R. **Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial**: panorama 2010. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/mercextvit2010.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2011.

MELLO, L. M. R. **Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial**: panorama 2011. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 3 p. (Comunicado Técnico, 116). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot116.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2012a.

MELLO, L. M. R. **Viticultura brasileira**: panorama 2011. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 4 p. (Comunicado Técnico, 115). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot115.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2012b.

MENDES, C. S. **Flutuação de inóculo no ar, desenvolvimento e validação de um sistema de previsão do míldio da videira**. 2002.

123 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

MIELE, A.; MIOLO, A. **O sabor do vinho**. Bento Gonçalves: Vinícola Miolo: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 133 p.

MINELLI, E. V.; CABRAS, P.; ANGIONI, A.; GARAU, V. L.; MEKIS, M.; PIRISI, F. M. Persistence and metabolism of fenthion in orange fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v. 44, p. 936-939, 1996.

MORI, K.; SUGAYA, S.; GEMMA, H. Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, NL, v. 105, n. 3, p. 319-330, 2005.

MOTA, C. S. **Ecofisiologia de videiras 'Cabernet Sauvignon' em sistema de cultivo protegido**. 2007. 45 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T.; SANTOS, H. P.; ALBUQUERQUE, J. A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras 'Cabernet Sauvignon' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 432-439, 2009.

MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T.; SANTOS, H. P.; ZANARDI, O. Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 148-153, 2008.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. New York: Cambridge University Press, 1992. 239 p.

Naves, R. de L.; Tessmann, D. J.; Garrido, L. da R.; Sônego, R. O. **Sistema de produção de uva de mesa no norte do Paraná: doenças e seu controle**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. (Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de produção, 10).

Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteParana/doencas.htm>>. Acesso em: 2 jul. 2012.

OJEDA, H.; ANDARY, C.; KRAEVA, E.; CARBONNEAU, A.; DELOIRE, A. Influence of pre and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* L., cv. Shiraz. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 53, n. 4, p. 261-267, 2002.

OJEDA, H.; DELOIRE, A.; WANG, Z.; CARBONNEAU, A. Determinación y control del estado hídrico de la vid. Efectos morfológicos y fisiológicos de la restricción hídrica en vides. **Viticultura / Enología Profesional**, Mendoza, v. 90, p. 27-43, 2004.

OLIVEIRA, S. H. F.; TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; SANTOS, J. M. F. Ação da chuva sobre a sistemicidade, tenacidade e eficiência de fungicidas triazóis para o controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** [Rio de Janeiro: SDR: Procafé: PNFC], 1998. p. 183-184.

OLIVEIRA, S. H. F.; TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; SANTOS, J. M. F. Ação da chuva sobre a sistemicidade, tenacidade e eficiência de fungicidas triazóis para o controle da ferrugem

(*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, Poços de Caldas, 1998. **Anais...** Poços de Caldas: [s.n.], 1998. p. 183-184.

PALCHETTI, C.; GOZZINI, B.; MIGLIETTA, F. The effect of training system and cultivar on the rate of leaf appearance of the grapevine (*Vitis vinifera* L.). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 29, n. 2, p. 69-74, 1995.

PIMPINI, F. L'umidità relative dell'aria in ambiente protetto. In: L'ITÁLIA agrícola: serre e túnel. Roma, IT: Redá, 1985. p. 2-6.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. Produção de alface em sistema de plantio direto em função de manejos da cultura de cobertura e da fertilização nitrogenada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 3., 2006, Campinas. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2006. v. 3, p. 181-185.

RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the "overhead" table grape vineyard managed with three covering techniques. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, NL, v. 102, p. 105-120, 2004.

ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; BRENNER, E. A.; JUBILEU, B. S.; SANTOS, C. E.; GENTA, W. Caracterização da fenologia e exigência térmica (graus-dias) para a uva 'Cabernet Sauvignon' em zona subtropical. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 183-187, 2005.

SANTOS, C. E.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; JUBILEU, B. S. Caracterização da fenologia e da demanda térmica das videiras

‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Tannat’ para a região norte do Paraná. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 361-366, 2007.

SANTOS, H. P. Fruteiras de clima temperado em cultivo protegido: desafios e perspectivas em videira e macieira. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA SOBRE FRUTEIRAS DE CLIMA TEMPERADO, 1., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 37-44.

SCHIEDECK, G. **Ecofisiologia da videira e qualidade da uva Niágara Rosada conduzida sob estufa plástica**. 1996. 111 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SEGOVIA, F. O.; ANDRIOLO, J. L.; BURIOLO, A. G.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37-41, 1997.

SGANZERLA, E. **Nova agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 5. ed. Guaíba: Plasticultura Gaúcha Agropecuária, 1995. 341 p.

SHUCK, E. Efeitos da plasticultura na melhoria da qualidade de frutas de clima temperado. In: ENFRUTE: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais...** [Caçador: Epagri], 2002. p. 203-213.

SMART, R. E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: A review.

American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 36, n. 3, p. 230-239, 1985.

SMART, R.; ROBINSON, M. **Sun light into wine**: a handbook for winegrape canopy management. Adelaide: Winetitles, 1985. 88 p.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 25 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 56).

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; TRINDADE, M. L. B.; NAVES, R. L. Degradação do fungicida tebuconazol aplicado em videira sob sistema protegido com plástico. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, DF, v. 36, p. 616-616, ago. 2011. Suplemento.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.

TEIXEIRA, A. H. de C.; LIMA FILHO, J. M. P. Relações entre o índice de área foliar e a radiação solar na cultura da videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 5, n. 2, p. 143-146, 1997.

TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; POMMER, C. V. **Tecnologia para a produção de uva Itália na região noroeste do estado de São Paulo**. 2nd ed. Campinas: Cati, 1998. 58 p.

TONIETTO, J. Clima. In: FAJARDO, T. V. M. (Ed.). **Uva para processamento**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 27-33. (Frutas do Brasil, 35).

VENTURIN, M. **Ecofisiologia do cultivo de uvas de mesa (Vitis labrusca e Vitis vinifera) em ambiente protegido**. 2004. 50 f. Monografia (Graduação em Curso Superior de Tecnologia em

Viticultura e Enologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves.

VENTURIN, M.; SANTOS, H. P. Caracterização microclimática e respostas fisiológicas de uvas de mesa (*Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*) cultivadas em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 4, p. 355-372, 2004.

WESTPHALEN, S. L.; MALUF, J. R. T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *Vitis vinifera* L.**: regiões da Serra do Noroeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000. 99 p.

WILSON, L. T.; BARNETT, W. W. Degree-days: an aid in crop and pest management. **California Agriculture**, Berkeley, v. 37, p. 1-6, 1983.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p.

YAMAMOTO, L. Y.; Assis, a. m.; Moraes, H.; Souza, F. S.; Miotto, L. C. V.; Sato, A. J.; Souza, R. T.; Roberto, S. R. Evolução da

maturação da uva 'BRS Clara' sob cultivo protegido durante a safra fora de época. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 825-831, 2011.

YAMAMOTO, L. Y.; ASSIS, A. M.; MORAIS, H.; SOUZA, F. S.; SCAPIN, C. R.; TESSMANN, D. J.; SOUZA, R. T.; ROBERTO, S. R. Produção e características físico-químicas dos cachos da videira 'BRS Clara' sob cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 160-166, 2012.

ZYL, J. L. van. Diurnal variation in grapevine water stress as a function of changing soil water status and meteorological conditions. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Pretoria, ZA, v. 8, p. 45-52, 1987.

Notas

1 MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo**: do neolítico à crise contemporânea. Lisboa, PT: Instituto Piaget, 2001. 520 p.

2 MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of the grapevine**. New York: Cambridge University Press, 1992. 239 p.

3 ALVIM, P. T. **Los factores de la productividad agrícola**. Lima, PE: InStituto Interamericano de Ciencias Agricolas-Curso Internacional de bases fisiológicas de la producción agrícola, 1962. 127 p.

4 SGANZERLA, E. **Nova agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 5. ed. Guaíba: Plasticultura Gaúcha Agropecuária, 1995. 341 p.

5 Comunicação pessoal com A. Ait-Oubahou em 2006.

6 Toda a produção de banana da Espanha encontra-se nas Ilhas Canárias; são ao todo 9.117 ha cultivados, e, desse total, apenas 1/3 é cultivado em ambiente protegido (2010). Disponível em: <www.gobiernodecanarias.org>.

7 Comunicação pessoal com H. Gubbuk em 2009.

8 Comunicação pessoal com Y. Israeli em 2009.

9 Comunicação pessoal com Ait-Oubahou em 2002.

10 Comunicação pessoal com Y. Israeli em 2008.

11 Comunicação pessoal com H. Gubbuk em 2009.

[12](#) Comunicação pessoal com A. Ait-Oubahou em 2002.

[13](#) Comunicação pessoal com Aurelio Carnero Hernández da Icia, em 2008.



Na Livraria Embrapa, você encontra
livros, DVDs e CD-ROMs sobre
agricultura, pecuária, negócio agrícola, etc.

Para fazer seu pedido, acesse:
www.embrapa.br/livraria

ou entre em contato conosco
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
livraria@embrapa.br

Você pode também nos encontrar nas redes sociais:

 facebook.com/livrariaembrapa

 twitter.com/livrariaembrapa