



## ASPECTOS ANATÔMICOS E FISIOLÓGICOS DE MACIEIRAS CULTIVADAS SOB TELA ANTIGRANIZO

Leosane C. Bosco<sup>1</sup>, Francisco Marodin<sup>2</sup>, Morgana Delazeri<sup>2</sup>, Homero Bergamaschi<sup>3</sup>, Loana S. Cardoso<sup>4</sup>; Viviane A. de Paula<sup>5</sup>

1 Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Prof<sup>a</sup>. Adjunta, UFSC/Campus Curitibanos, Curitibanos - SC, Fone: (0 xx 48) 3721-6454, leosane.bosco@ufsc.br

2 Estudante de Agronomia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

3 Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

4 Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Pesquisadora CEMET/FEPAGRO, Porto Alegre, RS.

5 Eng<sup>a</sup>. Agrônoma, Prof<sup>a</sup>. Instituto Federal Sul-rio-grandense, Bagé, RS.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e VII Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia – 2 a 6 de setembro de 2013 – Centro de Eventos Benedito Nunes na Universidade Federal do Pará, Belém - PA

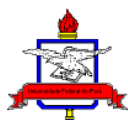
**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi analisar características anatômicas e fisiológicas em folhas de macieiras 'Royal Gala' cultivadas sob tela antigranizo. O experimento foi conduzido em pomar de macieiras 'Royal Gala' conduzido sob tela antigranizo preta e em céu aberto, entre 2008 e 2011. Dados de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e temperatura do ar foram obtidos através de barras fotovoltaicas e psicrômetros, respectivamente. As avaliações anatômicas e fisiológicas foram realizadas em laboratório, com folhas coletadas em plantas cultivadas sob tela antigranizo e em céu aberto. Sob tela antigranizo observou-se redução de 32% da RFA, porém não ocorreu modificação na temperatura mínima, média e máxima. Considera-se que há variação das características anatômicas e fisiológicas em diferentes épocas de avaliação e por isso estudos mais detalhados são necessários com relação a esses parâmetros que expressam relações entre plantas e ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Malus domestica*, radiação solar, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, epiderme, clorofila.

## ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF APPLE TREE GROWN UNDER HAIL NET

**ABSTRACT:** The objective of this study was to analyze anatomical and physiological characteristics in apple trees leaves 'Royal Gala' grown under hailnet protection. The experiment was carried out in an apple orchard conducted under black hailnet and on open sky, between 2008 and 2011 years. Photosynthetically active radiation (PAR) and air temperature were obtained through photovoltaic bars and psychrometers, respectively. The anatomical and physiological analyzes were performed in laboratory, with leaves collected from plants grown under hailnet and open sky. Under hailnet there was a reduction of 32% of the PAR, but there was no change in the maximum, average and minimum temperatures. The study points out that there were differences in the anatomical and physiological characteristics in the periods of evaluation. Therefore, further studies are needed on these parameters which express relationships between plants and environment.

**KEYWORDS:** *Malus domestica*, solar radiation, palisade parenchyma, spongy parenchyma, epidermis, chlorophyll.





## INTRODUÇÃO

A exposição à radiação solar, temperatura do ar e herança genética das plantas são os principais elementos que influenciam na espessura do limbo foliar e no teor de clorofila das plantas. Folhas expostas a maiores fluxos de radiação solar, geralmente, são mais espessas que aquelas sob menor incidência de radiação (Taiz & Zeiger, 2009). Em condições de radiação direta a capacidade fotossintética por unidade de área foliar aumenta, resultando em maior espessura das folhas e maior número de camadas de células no parênquima paliçádico (Pompelli *et al.*, 2010). Em alguns casos pode ocorrer aumento da densidade estomática, em função da maior disponibilidade de radiação solar (Ashton & Berlyn, 1992).

O parênquima paliçádico está diretamente relacionado com o processo fotossintético, através da captação de luz, uma vez que suas células são ricas em cloroplastos. No parênquima lacunoso existem amplos espaços intercelulares, que possibilitam o processo de difusão luminosa e aumento do aproveitamento da radiação solar no parênquima paliçádico. Além disso, ele aumenta a circulação do dióxido de carbono e a flexibilidade das folhas (Taiz & Zeiger, 2009). A quantidade de clorofila por unidade de área foliar também é considerada um indicador da capacidade fotossintética das plantas e pode ser influenciada pela intensidade da radiação solar.

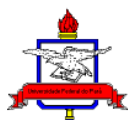
As folhas são órgãos sensíveis às condições ambientais e podem apresentar plasticidade fenotípica em função do ambiente que estão se desenvolvendo. Na região Sul do Brasil, intensificou-se o uso de cobertura dos pomares de macieira com tela antigranizo. A hipótese considerada nesse trabalho é que a tela antigranizo reduz a radiação incidente nos pomares e provoca modificações na anatomia e fisiologia das plantas. O objetivo do trabalho foi analisar características anatômicas e fisiológicas em folhas de macieiras ‘Royal Gala’ cultivadas sob tela antigranizo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Vacaria, RS (28°22'52,1"S; 50°50'46,3"W; 930 m altit.). As avaliações foram efetuadas em um pomar comercial de macieiras ‘Royal Gala’ enxertadas sobre M9, implantado em 1999, em alta densidade (1,0 m entre plantas e 3,5 m entre linhas). As linhas foram direcionadas em norte-sul, sendo a forma de condução da copa em líder central com apoio. A tela antigranizo é de cor preta, com malha de 4 x 7 mm, instalada um ano após o plantio das mudas, sobre uma estrutura fixa. Foram selecionadas duas quadras do pomar, uma quadra com tela e a outra sem tela antigranizo.

Nas quadras experimentais, durante a safra 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011, foram realizadas medições contínuas de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e de temperatura do ar através de barras constituídas por células fotovoltaicas e psicrômetros, respectivamente.

Na safra 2009/2010, foram realizadas avaliações anatômicas e fisiológicas em folhas de plantas cultivadas em céu aberto e sob tela antigranizo. Folhas totalmente expandidas e expostas à radiação solar foram coletadas no estrato mediano de quatro plantas em duas épocas diferentes: no início de formação dos frutos (23/10/2009) e na maturação dos frutos (11/02/2010). Após a coleta de cada folha, foram retirados cinco fragmentos da parte mediana da folha, entre as nervuras principais, com dimensões de aproximadamente 0,5 cm x 0,2 cm. Esses fragmentos foram colocados em recipientes com o fixador TRAMP e submetidos a





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia

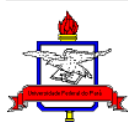


vácuo, logo após o fechamento de cada recipiente. Em seguida, foram acondicionados em caixas de isopor e colocados em geladeira, até o momento do preparo das amostras para avaliação da anatomia foliar. O estudo anatômico das folhas de macieira foi desenvolvido no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, do Instituto de Biociências da UFRGS. Fragmentos de folhas fixados foram seccionados em partes menores, manualmente, e desidratados em série alcoólica-etélica. Estas foram emblocadas em glicol metacrilato e seccionadas transversalmente em 5 µm de espessura, em micrótomo, distendidas em água sobre as lâminas e coradas com solução aquosa de azul de Astra 1,0% e fucsina básica 0,0125%. Uma vez efetuada cada coloração, as lâminas foram lavadas em água destilada, secas em estufa a 40°C e submetidas à montagem convencional e recobertas com lamínula. Após a confecção do laminário, as secções foram fotomicrografadas em microscópio DMR, através de microscopia óptica de campo claro. A partir das fotomicrografias dos cortes transversais foram efetuadas, para cada uma das quatro repetições, cinco medições de espessura das epidermes abaxial e adaxial, assim como dos parênquimas paliçádico e lacunoso, nas duas épocas de avaliação.

Para determinação do teor de clorofila foram coletadas, aleatoriamente, 20 folhas expostas à radiação solar no estrato médio do dossel, em cada ambiente nas mesmas datas da coleta de folhas para as análises anatômicas. Destas folhas, foram coletados discos com 1,0 cm de diâmetro, através de um furador de rolha. Foram coletadas quatro repetições com cinco discos para cada tratamento nas quais foi determinada a massa de matéria fresca. Os discos foram imediatamente acondicionados em vidros escuros envoltos por papel alumínio, para evitar entrada de luz. Em cada vidro foram adicionados 20 mL de álcool 96% PA. As amostras foram armazenadas durante uma semana, em local fresco e escuro. Após esse período, procedeu-se à leitura da densidade ótica do material líquido das amostras em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda 649 e 665 nm, utilizando cubetas de quartzo. A partir dessas leituras, determinou-se a concentração (mg cm<sup>-2</sup>) de clorofilas *a*, *b* nas soluções de leitura, conforme Wintermans & Demots (1965).

Para a contagem de estômatos e células epidérmicas das folhas, o material foi preparado em laboratório seguindo o método de Arnott (1959), com adaptações. Após foram realizadas fotomicrografias de fragmentos de folhas em lâminas, com a face abaxial voltada para cima, através de microscopia de campo claro em microscópio DMR. Foi realizada a contagem de estômatos e células epidérmicas na área correspondente à fotomicrografia e com esses dados foi calculado o índice estomático:  $IE = \left( \frac{E}{CE - E} \right) \times 100$ , sendo E o número de estômatos e CE o número de células epidérmicas, na área considerada.

Para variáveis microclimáticas foram realizadas análises de regressão para verificar diferenças entre ambientes. Para análise estatística das variáveis anatômicas e fisiológicas foi realizada análise de variância para quantificar o efeito da fonte de variação (ambiente) em cada época de coleta. Quando a análise foi significativa (*F-test*), a separação das médias foi realizada pelo teste de Tukey. A significância estatística foi testada na probabilidade de 5% de erro.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sob tela antigranizo observou-se redução de 32% da RFA, porém não ocorreu modificação na temperatura máxima, média e mínima do ar (Figura 1). A diminuição da RFA sob tela não foi determinante para provocar modificações anatômicas nas folhas de ‘Royal Gala’. Nas diferentes épocas e ambientes, observou-se que a espessura média das epidermes adaxial e abaxial da cultivar ‘Royal Gala’ foi de 18  $\mu\text{m}$  e 14  $\mu\text{m}$ , respectivamente (Tabela 1). Em plantas de macieira cultivadas na Alemanha, a espessura das epidermes das folhas em céu aberto foi 27% maior que sob tela, indicando que em condições de clima temperado a tela antigranizo promove modificações anatômicas das plantas (Solomakhin & Blanke, 2010).

A espessura dos parênquimas não diferiu entre ambientes na primeira avaliação, sendo que na segunda avaliação, folhas sob tela apresentaram parênquima paliçádico, e lacunoso mais finos que em céu aberto.

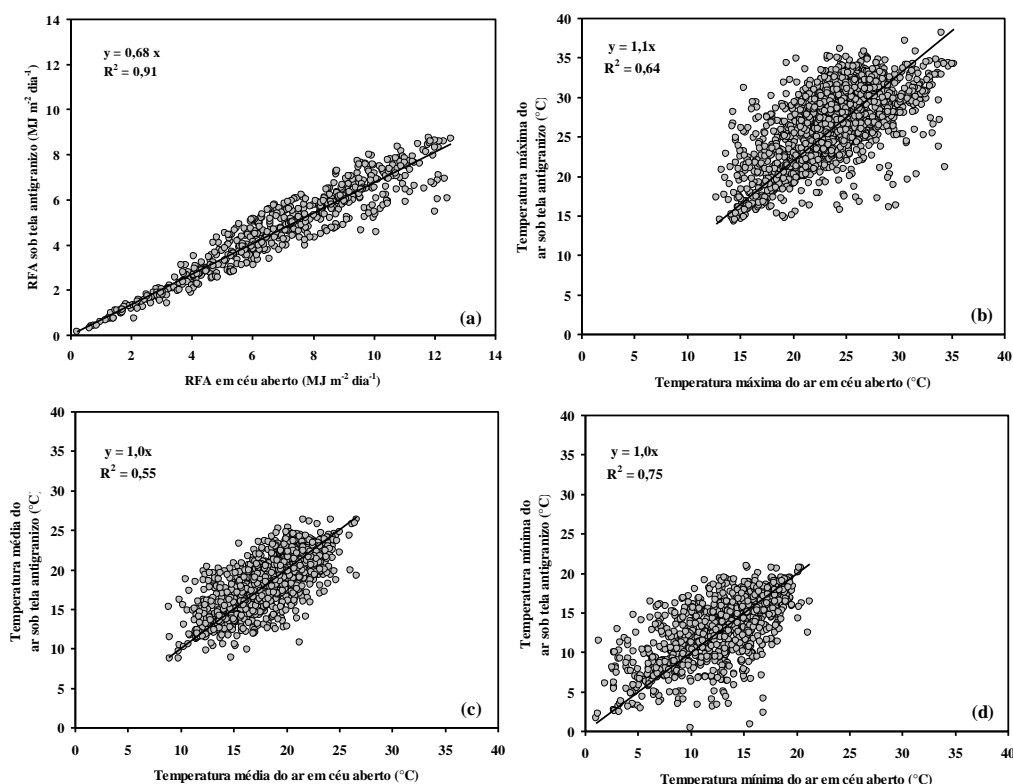


Figura 1. Radiação fotossinteticamente ativa (a), temperatura máxima (b), média (c) e mínima (d) do ar em pomar de macieiras ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto.

Tabela 1. Espessura ( $\mu\text{m}$ ) da epiderme adaxial (EAdax.), abaxial (EAbax.), do parênquima paliçádico (PP) e lacunoso (PL), espessura total (ET), razão entre PP e PL (PP/PL) e índice estomático (IE) de folhas de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo (TA) e em céu aberto (CA) em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.



XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



Variável	23/10/2009			11/02/2010		
	TA	CA	Média	TA	CA	Média
EAdax	17,1a	16,6a	16,9	19,6a	18,7a	19,2
PP	92a	99a	96	103b	135a	119
PL	132a	128a	130	120b	153a	136
EAbax	13,2a	14,6a	13,9	13,0a	15,8a	14,4
ET	254a	258a	256	256b	322a	289
PP/PL	0,7a	0,8a	0,8	0,9a	0,9a	0,9
IE	12,7a	14,6a	13,7	11,7a	13,2a	12,5

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

Na face abaxial das folhas de macieira verificou-se a presença de pilosidade e de estômatos. Para a caracterização estomática foi determinado o índice estomático (IE), que leva em consideração o número de estômatos e de células epidérmicas, numa determinada área. Por isto, IE é considerado constante dentro da mesma espécie, sendo variável quando as plantas são submetidas a diferentes condições de desenvolvimento (Pompelli *et al.*, 2010). O IE não diferiu entre ambientes, variando entre 11,7 e 14,6 (Tabela 1). Este é um indício de que as plantas sob tela não possuem aparato fotossintético diferente daquelas em céu aberto.

Os teores de clorofilas a, b e a:b em folhas de macieira ‘Royal Gala’ não diferiram entre ambientes, na avaliação realizada em outubro. Porém, na avaliação realizada em fevereiro, os teores de clorofilas a e b nas folhas em céu aberto foram maiores que sob tela antigranizo (Tabela 2). Esses resultados diferem daqueles obtidos por Amarante *et al.* (2007) que verificaram que o teor de clorofila das folhas de ‘Royal Gala’ foi maior sob tela que em céu aberto. Garriz *et al.* (2001) verificaram que, em folhas com severa restrição de radiação, ocorreu maior acúmulo de clorofila que em folhas expostas à radiação direta. Isso indica que a redução de 32% da RFA não foi restritiva ao aparato fotossintético das plantas de macieira.

Na avaliação de fevereiro houve incremento médio em relação à avaliação de outubro de 30% (sob tela) e 47% (céu aberto) de clorofila a, e de 32% (sob tela) e 59% (céu aberto) de clorofila b.

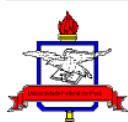
TABELA 2. Teor de clorofila ( $\text{mg cm}^{-2}$ ) em folhas de macieira ‘Royal Gala’ sob tela antigranizo e em céu aberto, em diferentes épocas do ciclo 2009/2010. Vacaria, RS.

Ambiente	23/10/2009			11/02/2010		
	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila a:b	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila a:b
Céu aberto	0,16A	0,05A	3,2A	0,24A	0,09A	2,7A
Sob tela	0,14A	0,05A	2,8A	0,19B	0,07B	2,7A
Média	0,15	0,05	3,0	0,22	0,08	2,7

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

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos mais detalhados com relação aos aspectos anatômicos e fisiológicos em plantas cultivadas sob tela antigranizo serão fundamentais para confirmação ou não da hipótese considerada nesse trabalho.





## REFERÊNCIAS

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

ARNOTT, H.J. Leaf clearings. **Turtox News**, Chicago, v. 37, n. 8, p. 192-194, 1959.

ASHTON, P. M. S.; BERLYN, G. P. Leaf adaptation of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist**, Cambridge, v. 121, n. 4, p. 587-596, 1992.

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

POMPELLI, M. F. et al. What is the influence of ordinary epidermal cells and stomata on the leaf plasticity of coffee plants grown under full-sun and shady conditions? **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 70, n. 4, p. 1083–1088, 2010.

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

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

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

