

MICROCLIMA DE AMBIENTES PROTEGIDOS COBERTOS COM PEBD E POR DIFERENTES MALHAS DE SOMBREAMENTO, CULTIVADO COM BROMÉLIA

Ester Holcman¹, Paulo C. Sentelhas², Cristiane Guiselini Pandorfi³

¹Graduanda em Agronomia, Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba - SP; bolsista FAPESP; Fone: (19) 3436-0475; e-mail: eholcman@esalq.usp.br

²Eng.º Agr.º, Dr. Prof. Associado do Depto de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba – SP; bolsista CNPq; Fone: (19) 3429-4283; e-mail: pcsentel@esalq.usp.br

³Eng.ª Agr.ª Dr.ª. PPG – Física do Ambiente Agrícola - Depto de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, ESALQ/USP, Piracicaba; e-mail: cguiseli@hotmail.com

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO – Este trabalho teve o objetivo de avaliar a influência de malha de sombreamento de diferentes cores no microclima do ambiente protegido coberto com plástico polietileno de baixa densidade transparente (PEBDt) e a influência deste no crescimento da espécie de bromélia *Aechmea fasciata*. O experimento contou com cinco tratamentos, constituídos dos diferentes tipos de cobertura empregados: malha termo-refletora (T1), testemunha – sem malha (T2), malha vermelha (T3), malha azul (T4) e malha preta (T5), todas com 70% de sombreamento. Um sistema automático de aquisição de dados micrometeorológicos foi instalado em cada tratamento. As variáveis biométricas foram avaliadas semanalmente, ao longo do ciclo: diâmetro e altura da planta; número de folhas; e largura da folha. Os resultados mostraram que a malha preta foi a que proporcionou a menor transmissão à radiação solar. As maiores transmissividades foram obtidas no T3 (malha vermelha) e no T2 (testemunha). A maior temperatura foi observada no T4 (malha azul), 1,3°C acima da temperatura obtida externamente. As maiores diferenças de UR entre os ambientes externo e protegido também foram obtidas sob a malha azul (7% a mais do que no ambiente externo). Os maiores valores biométricos foram obtidos sob a malha vermelha. No entanto, o ambiente mais vantajoso para o crescimento da bromélia foi o referente à malha termo-refletora (T1), proporcionando um microclima mais favorável e de menor estresse às plantas.

PALAVRA-CHAVE: *Aechmea fasciata*, sombreamento, micrometeorologia.

TÍTULO: MICROCLIMATE IN GREENHOUSES COVERED BY TRANSPARENT LOW DENSITY POLYETHYLENE AND DIFFERENT SHADING SCREENS, CULTIVATED WITH BROMELIAD.

ABSTRACT – This study had as objectives to evaluate the influence of shading screens of different colors in a greenhouse microclimate covered by transparent low-density polyethylene, and the influence of these microclimates on the growth of Bromeliad *Aechmea fasciata*. The experiment was conducted with 5 treatments, with different covers: thermo-reflective screen (T1), a control - without screen (T2), red screen (T3), blue screen (T4) and black screen (T5), all

of them with 70% of shading. An automatic micrometeorological station was installed in each treatment. The following biometric variables were evaluated weekly, during the crop cycle: plant diameter and height; leaf number; and leaf width. The results showed that black screen had the smallest solar radiation transmission. Red screen and control obtained the highest transmissivity. The highest temperature was observed under blue screen, with an average of 1.3°C higher than external environment. Blue screen environment also presented the highest relative humidity gradient between inside and outside of greenhouse (7%). The environment under red screen showed the highest biometric values, however, the most advantageous environment for bromeliad growth was the one covered by thermo-reflective screen, which provided a better microclimate with less stresses for the plants.

KEYWORDS: *Aechmea fasciata*, shading, micrometeorology.

INTRODUÇÃO: Em cultivo protegido, as variações do ambiente são passíveis de controle e podem ser modificadas, gerando tecnologia e tornando o ambiente mais adequado ao pleno desenvolvimento das culturas (Medeiros, 2002). As coberturas plásticas são responsáveis por alterarem os elementos meteorológicos, sendo a radiação solar um dos principais elementos alterados pelo seu uso (Farias et al., 1993 e Sentelhas & Santos, 1995). Portanto, é fundamental se conhecer a transmissividade real dos materiais disponíveis no mercado, de modo que haja uma melhor aplicação prática dessas informações, especialmente quanto à obtenção do sombreamento mais adequado para o crescimento e o desenvolvimento de uma espécie vegetal qualquer (Pezzopane et. al., 2004). Dentre as culturas produzidas em ambientes protegidos, destaca-se a floricultura como a atividade que mais tem investido em tecnologia no país, devido, principalmente, ao alto valor econômico que os produtos atingem e ao elevado nível de exigência do mercado consumidor (Furlan, 2001). Conforme Vitari (1994), a *Aechmea fasciata* é a bromélia mais comercializada em São Paulo, seguida por *Guzmania*. De acordo com Carvalho & Rocha (1999), a quantidade de radiação solar que incide sobre as bromélias determina a sua coloração, o tamanho e o formato das plantas. Sendo assim, os objetivos deste estudo foram estudar as alterações microclimáticas provocadas pela associação do polietileno de baixa densidade transparente (PEBDt) a malhas de sombreamento de diferentes cores e a influência desses microclimas no cultivo da bromélia.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia Rural, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), no município de Piracicaba, SP (latitude de 22° 42’ 40”S, longitude de 47° 37’ 30”W e altitude de 546 m). O ambiente protegido possuía as seguintes dimensões: 17,5 m de comprimento, 6,4 m de largura, 3,5 m de altura, sendo coberto com filme de PEBDt, de 0,15 mm de espessura (Figura 1). O experimento contou com cinco tratamentos: malha termo-refletora (T1), testemunha (T2 - sem malha), malha vermelha (T3), malha azul (T4) e malha preta (T5). Todas instaladas 1,0 m acima das bancadas e com 70% de sombreamento.



Figura 1 – Vista geral do experimento em ambiente protegido coberto com PEBDt e com as malhas de sombreamento recobrimdo as bromélias.

Em cada tratamento havia 60 vasos (6 linhas e 10 colunas), dispostos em uma única bancada, com dimensões de 3,0 m x 1,2 m e altura de 1,0 m. Foram analisadas 24 amostras por bancada (6 repetições de 4 vasos), escolhidas aleatoriamente. As mudas de bromélia (*Aechmea fasciata*) foram adquiridas com idade de 33 semanas e transplantadas no dia 04/11/05 para vasos número 14, preenchidos com substrato comercial. A fertirrigação foi realizada 3 vezes por semana, manualmente. Semanalmente foram realizadas medições relativas ao crescimento e desenvolvimento da bromélia *Aechmea fasciata*: diâmetro da roseta (cm), altura da planta (cm), número de folhas, largura das folhas (cm), comprimento da folha de maior dimensão da planta (cm) e índice de área foliar (IAF). As duas últimas avaliações citadas foram realizadas somente uma única vez, ao final do projeto, pois havia a necessidade da destruição das plantas analisadas. Foram instalados sensores automáticos que permaneceram por uma semana em cada tratamento, num sistema de rodízio fixo, num total de 7 meses. Os sensores estavam conectados a um sistema automático de aquisição de dados, modelo CR10x (Campbell Sci.), o qual obtinha de forma contínua os registros de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR%), com um psicrômetro de ventilação forçada. Além disso, um sensor da marca Kipp & Zonen, modelo CM3, foi utilizado para a medição da radiação solar global (Qg) e outro da mesma marca, modelo NR-lite, para a medição do saldo de radiação (Rn). Para a medição da radiação fotossinteticamente ativa foi utilizado um sensor quântico, modelo LI190SB-Quantum (faixa espectral 400 a 700 nm), da marca Li-cor. Os dados meteorológicos foram coletados do dia 27/12/05 ao dia 03/07/06. Depois de coletadas as variáveis micrometeorológicas dos diferentes tratamentos no ambiente protegido ao longo do experimento, procedeu-se à organização e análise dos dados juntamente com os valores obtidos, nos mesmos dias e horários, em uma estação meteorológica automatizada instalada externamente, próxima ao experimento. Isso permitiu uma análise comparativa do microclima do ambiente protegido com os valores mensurados externamente e com o crescimento das bromélias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Com relação à porcentagem da irradiância solar que efetivamente chegou às plantas (Tabela 1), na forma de radiação solar global (Qg) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA), o T2 (testemunha) apresentou as maiores porcentagens, já que não possuía nenhuma malha recobrimdo-o. Dentre os demais tratamentos, o T3 (malha vermelha) obteve os maiores valores tanto para Qg (27%) quanto para RFA (12%). Já as menores porcentagens ocorreram no T5 (malha preta), seguida pela malha termo-refletora e malha azul.

Ao longo do experimento observou-se que, com exceção do tratamento testemunha, o T3 (malha vermelha) obteve a maior média de saldo de radiação em comparação ao ambiente externo (31%). O menor valor ficou novamente com o T5 (malha preta), com 11%.

Tabela 1 – Porcentagens de Radiação solar global (Qg), Radiação fotos-sinteticamente ativa (RFA) e Saldo de radiação (Rn) transmitidas ao interior de cada tratamento.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|------------|------|------|------|------|------|
| Qg | 13,6 | 56,3 | 27,0 | 22,9 | 10,4 |
| RFA | 8,4 | 43,1 | 12,0 | 8,8 | 7,0 |
| Rn | 19,1 | 71,5 | 30,5 | 20,4 | 10,7 |

Em todos os dias avaliados, a temperatura do ar no interior do ambiente protegido foi superior à obtida na estação meteorológica (Tabela 2). Embora essa diferença tenha sido pequena em função da ventilação proporcionada pelas laterais do ambiente protegido, constituídas de telas de coloração preta (50%). As diferenças de temperatura (ΔT) dos tratamentos 1 e 2 (malha termoreflatora e testemunha, respectivamente) em relação ao ambiente externo foram as menores valores, os quais foram muito semelhantes. Apesar de não possuir nenhum tipo de malha de sombreamento, a temperatura do ar no tratamento testemunha (T2) aumentou, o que demonstra o efeito do ambiente protegido na elevação da temperatura do ar, especialmente do PEBDt. O T4 (malha azul) mostrou ser a cobertura que mais causou aumento da temperatura do ar, chegando, em média, a ser 5,9% superior à temperatura externa. No interior do ambiente protegido a temperatura foi mais elevada do que externamente, o que levou a UR a ser menor, chegando, em média, a ser 7,1% inferior à UR externa, no T4 (malha azul). Valores negativos de pressão parcial de vapor (*ea*) ocorreram, indicando uma umidade absoluta maior no interior do ambiente protegido. Da mesma forma como ocorreu com a UR, houve uma redução significativa da diferença entre a pressão de saturação de vapor d'água (*es*) no interior do ambiente protegido e no ambiente externo, do verão para o inverno. Em média, o T4 (malha azul) possuiu as maiores diferenças de *es* e UR entre os ambientes.

Tabela 2 – Valores de $\Delta T^{\circ}\text{C}$ e ΔUR entre o ambiente externo e cada um dos tratamentos, expressos em porcentagem.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Temperatura do ar (%) | 3,7 | 3,5 | 3,9 | 5,9 | 4,5 |
| Umidade relativa do ar (%) | 4,1 | 5,4 | 4,3 | 7,1 | 5,6 |

Com relação à evolução do crescimento das bromélias, o T2 (testemunha) foi onde se obteve os menores valores para todas as variáveis avaliadas. Isso ocorreu em virtude da fotoinibição, comprometendo o metabolismo e a atividade fotossintética das plantas. Com exceção do tratamento testemunha, em todos os outros tratamentos as plantas apresentaram padrão de crescimento muito semelhante, com valores muito próximos de biometria, variando aproximadamente 8 cm para o diâmetro da roseta, 3 cm para a altura de planta, 3 para o número de folhas e 0,6 cm para largura de folha. Os melhores resultados foram encontrados no T3, referente à malha vermelha. Porém, as folhas das bromélias no T3 apresentaram-se consideravelmente estioladas, fenômeno que também ocorreu, de forma mais amena, nos outros tratamentos. No crescimento das bromélias no T1 (malha termoreflatora) houve um maior

equilíbrio entre as dimensões da planta e suas folhas possuíam também uma maior quantidade de tricomas, distribuídos de forma bastante uniforme, resultando em um aspecto prateado da planta, efeito apresentado com menor intensidade nos outros tratamentos. As folhas da planta testemunha tiveram coloração verde-amarelado devido ao excesso de luz. No T3 também se obteve os melhores resultados de IAF. As plantas do T1 apresentaram uma AF um pouco menor do que no T3, porém apresentando valores considerados bons no que diz respeito ao crescimento e expansão foliar. As plantas no T3 (malha vermelha) e no T5 (malha preta) foram os que mais sofreram o efeito do estiolamento das folhas.

CONCLUSÕES: As bromélias de todos os tratamentos sombreados apresentaram maior crescimento e melhor desenvolvimento em relação ao tratamento testemunha (T2), com valores de biometria muito próximos, com exceção do T3 (malha vermelha). O crescimento das bromélias no T1 (malha termo-refletora) ocorreu de forma mais satisfatória, já que houve um maior equilíbrio entre as dimensões da planta. Os Tratamentos 1 e 3 (malhas termo-refletora e vermelha, respectivamente) foram os que proporcionaram as maiores áreas foliares da bromélia. No entanto, apesar do T3 ter apresentado resultados satisfatórios, houve estiolamento das plantas de forma mais acentuada, em comparação aos outros tratamentos. Portanto, o tratamento mais vantajoso para o cultivo de bromélias da espécie *Aechmea fasciata* é o referente à malha termo-refletora.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem à Empresa ‘Bromélias Rio’, pela doação das mudas de bromélia, à Empresa ‘Polysack’, por ceder as malhas de sombreamento, e à FAPESP pela bolsa de Iniciação Científica à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CARVALHO. L.C.; ROCHA. C.F.D.da. Forma da bromélia depende da luz. *Ciência Hoje*. v.26. n.155. p.72-74. 1999.
- FARIAS. J.R.B.; BERGAMASCHI. H.; MARTINS. S.R.; BERLATO. M.A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria. v.1. n.1. p.31-6. 1993.
- FURLAN. R.A. Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos. Piracicaba. 2001. 146p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo.
- MEDEIROS, H.M. 2002. Desempenho de métodos de manejo de irrigação para a cultura do tomateiro cultivado em campo e em casa de vegetação. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola). UFV. Viçosa, 100p.
- PEZZOPANE. J. E. M.; OLIVEIRA. P. C.; REIS E. F.; LIMA. J. S. de S. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. *Eng. Agríc. Jaboticabal*. v.24. n.1. p.9-15. jan./abr. 2004
- SENTELHAS, P.C., SANTOS, A.O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.1, n.2, p. 108-115, 1995.
- VITARI. M. Bromélia: produção e proteção. *Ecologia e Desenvolvimento*. v.3. n.37. p.15-17. mar. 1994.