

ISSN 0104-1347

Microclima de vinhedos cultivados sob cobertura plástica e a céu aberto¹

Microclimate of vineyards cultivated under plastic cover and open sky

Jorge Lulu², Mário José Pedro Júnior³

- NOTA TÉCNICA / TECHNICAL NOTE -

Resumo - O experimento foi realizado no município de Jundiaí (SP), em vinhedo da uva de mesa 'Romana' (A 1105) conduzido no sistema do tipo cortina dupla, cultivado sob cobertura plástica e a céu aberto. O objetivo foi avaliar as alterações microclimáticas proporcionadas pela cobertura plástica. Os valores médios de transmitância da radiação solar global nos tratamentos COBc (efeito apenas da cobertura plástica), EXTb (efeito apenas do sistema de condução da planta) e COBb (efeito da cobertura plástica + sistema de condução da planta) foram decrescentes nesta ordem: COBc (73,1%), EXTb (48,3%) e COBb (34,9%). Quanto à duração do período de molhamento (DPM), foi possível verificar que, para valores superiores a 10 horas, foram observados resultados mais baixos no ambiente com cobertura plástica em relação ao ambiente sem cobertura plástica. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar não diferiram entre os dois ambientes.

Palavras-chave: *Vitis* sp., cultivo protegido, transmitância, duração do período de molhamento.

Abstract - The field trial was carried out at Jundiaí, São Paulo, Brazil, in a 'Romana' (A 1105) table grape vineyard conducted in Geneva Double Curtain training system, under plastic cover and open sky. The main goal was to evaluate the microclimate parameters inside and outside of the protected environment. The average values of global solar radiation transmissivity determined were: COBc - effect of the plastic cover only (73.1%); EXTb - effect of the grapevine training system only (48.3%); and COBb - combined effect of the plastic cover and training system (34.9%). Concerning on the leaf wetness duration (LWD), it was found that for values higher than 10 hours, lower LWD values were observed when comparing the treatment with and without plastic cover. The observed values of air temperature and relative humidity were similar in both vineyards.

Keywords: *Vitis* sp.; plastic cover; transmissivity; leaf wetness duration.

¹ Parte da dissertação do primeiro autor apresentada ao Instituto Agrônomo (IAC) para a obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical na área de concentração Gestão de Recursos Agroambientais. Projeto financiado pela CAPES.

² Eng^o Agrícola, Doutorando, Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Departamento de Ciências Exatas (LCE), Piracicaba - SP, (0XX19) 3429-4145 - Ramal: 231/225/236 (j_lulu@yahoo.com).

³ Engo Agrônomo, Pesquisador Científico, Prof. Doutor, Instituto Agrônomo (IAC), APTA, SAA, Campinas - SP, (0XX19) 3241-5188 - Ramal: 338 (mpedro@iac.sp.gov.br).

Introdução

A finalidade principal do cultivo em ambientes protegidos é a proteção das plantas contra as adversidades climáticas e como consequência se obter precocidade nas colheitas, aumento na produtividade e frutos de melhor qualidade, com a possibilidade de se explorar as culturas durante todo o ano (CERMEÑO, 1990 & CUNHA, 2001). Assim, utilizando essa técnica de maneira eficiente e econômica, é possível conseguir rendimentos superiores àqueles que se obtém em condições de céu aberto (OLIVEIRA, 1995).

Em algumas regiões produtoras de uva, principalmente em razão da colheita ser realizada fora do período de safra, os preços compensadores alcançados pelos viticultores têm feito com que estes procurem cada vez mais a adoção de novas tecnologias, visando a aprimorar a qualidade das uvas produzidas. A proteção dos vinhedos está entre essas tecnologias, a qual, na viticultura brasileira, de acordo com a região produtora, é feita por meio da cobertura do parreiral com telados plásticos ou com a construção de “estufas”, utilizando filmes de polietileno (PIRES & MARTINS, 2003).

O cultivo da videira, sob ambiente parcialmente controlado, pode se constituir em uma estratégia de manejo, visando a buscar alternativas para agregar valor ao fluxo de safra da uva, criando-se alternativas para os pequenos produtores, que poderiam viabilizar mais um produto para exploração agrícola (FERREIRA et al., 2004).

O cultivo em ambientes protegidos consiste numa tecnologia de produção amplamente consolidada em países como Espanha, Itália, Holanda, França, Japão e Estados Unidos. No Brasil, essa tecnologia tem aumentado significativamente nos últimos anos, especialmente nas regiões sul e sudeste. Entretanto, as alterações microclimáticas provocadas por esse novo ambiente ainda não são satisfatoriamente conhecidas. Sendo assim, variáveis como a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a duração do período de molhamento em ambientes protegidos, são modificadas quando comparadas às condições externas. Essas variáveis respondem tanto às condições meteorológicas locais como um todo, como também ao tipo e tamanho da estufa, material

de cobertura, orientação e arquitetura da planta (SENTELHAS & SANTOS, 1995).

A radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies tanto no campo como em ambientes protegidos, especialmente nos meses de inverno e em altas latitudes, devido à escassa disponibilidade de energia radiante. Dentro de uma estufa pode-se alterar tanto a quantidade como a qualidade da luz incidente sobre as plantas. Isto é possível com a utilização apropriada dos materiais de cobertura das estufas, de modo que atuem como verdadeiros filtros de radiação e de luz. A escolha adequada de plásticos, telas de sombreamento e telas reflexivas requer conhecimento das características e funções de cada um desses materiais (BLISKA JUNIOR & HONÓRIO, 1999; FOLEGATTI et al., 2002).

Normalmente, as variações de temperatura do ar verificadas no interior do ambiente protegido estão relacionadas aos fenômenos de transmissão de calor por radiação, por condução e, principalmente, por convecção. A temperatura interna de um ambiente protegido está intimamente ligada ao balanço de energia (MARTINEZ GARCIA, 1978; CUNHA, 2001; CUNHA & ESCOBEDO, 2003), sendo dependente do tamanho do mesmo, das propriedades óticas da cobertura (SEEMAN, 1979; PEDRO, 1987; PEDRO & VICENTE, 1988; MOUGON et al., 1989; BURIOL et al., 1993; CUNHA, 2001; CUNHA & ESCOBEDO, 2003) e das condições meteorológicas locais (BURIOL et al., 1993; FARIAS et al., 1993; CUNHA, 2001; CUNHA & ESCOBEDO, 2003). Assim, ocorre um gradiente de temperatura do ar no interior do ambiente protegido, variando de um mínimo nas proximidades da superfície, até um máximo à medida que se aproxima do teto (ALPI & TOGNONI, 1991; CUNHA, 2001; CUNHA & ESCOBEDO, 2003).

Com relação à umidade do ar, um de seus efeitos no interior dos ambientes protegidos é sua condensação na face interna do filme plástico de cobertura e consequente redução na transmitância da radiação solar, afetando negativamente a disponibilidade de energia para as plantas (MARTINS et al., 1999). Em Campinas (SP), PEZZOPANE et al. (1995) estudaram o efeito da umidade relativa do ar no interior de estufas cultivadas com seringueira, por meio da duração do período de molhamento (DPM), durante 78 dias

(junho a setembro). Os autores verificaram que na estufa a DPM nunca foi menor que 15 horas diárias, com valor médio de 17,6 horas, enquanto que a céu aberto a média foi de 7 horas.

Levando-se em consideração a viabilidade do cultivo da uva de mesa ‘Romana’ (A 1105) em ambiente protegido, foi realizado o presente estudo na região de Jundiaí (SP), objetivando-se comparar as variações micrometeorológicas em vinhedos conduzidos sob cobertura plástica e a céu aberto, durante o período de maturação dos frutos.

Material e Métodos

Durante o ano-agrícola de 2003/04, foi conduzido um experimento no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Frutas do IAC, localizado no município de Jundiaí, SP (latitude: 23° 12’ S, longitude: 46° 53’ W e altitude: 715 m), em vinhedos da uva de mesa ‘Romana’ (A 1105), conduzidos em sistema de cortina dupla

(“Geneva Double Curtain”), com espaçamento de 3 x 1,5 m. A poda das videiras foi efetuada no dia 20/08/2003. No dia 04/12/2004, quando teve início o período de chuvas mais intensas e os frutos já tinham entrado na fase de maturação (susceptível a ocorrência de rachaduras nas bagas ou “cracking”, aumentando a incidência de podridões nos frutos), foi instalada uma cobertura plástica logo acima das plantas. A estrutura da cobertura, em forma de arco, foi confeccionada basicamente com madeira e tubos de PVC. O plástico utilizado foi o polietileno de baixa densidade, de 150 mm de espessura, transparente, com tratamento contra raios ultravioleta.

Foram instaladas no vinhedo, ao acaso, coberturas plásticas em três ruas de 6 m de comprimento, com 4 plantas em cada rua, sendo a distância do topo da cobertura plástica em relação ao solo de 2 m. Em outras três ruas, foram observadas as plantas conduzidas a céu aberto. No período de 19/12/2003 a 20/01/2004 fez-se a coleta dos dados

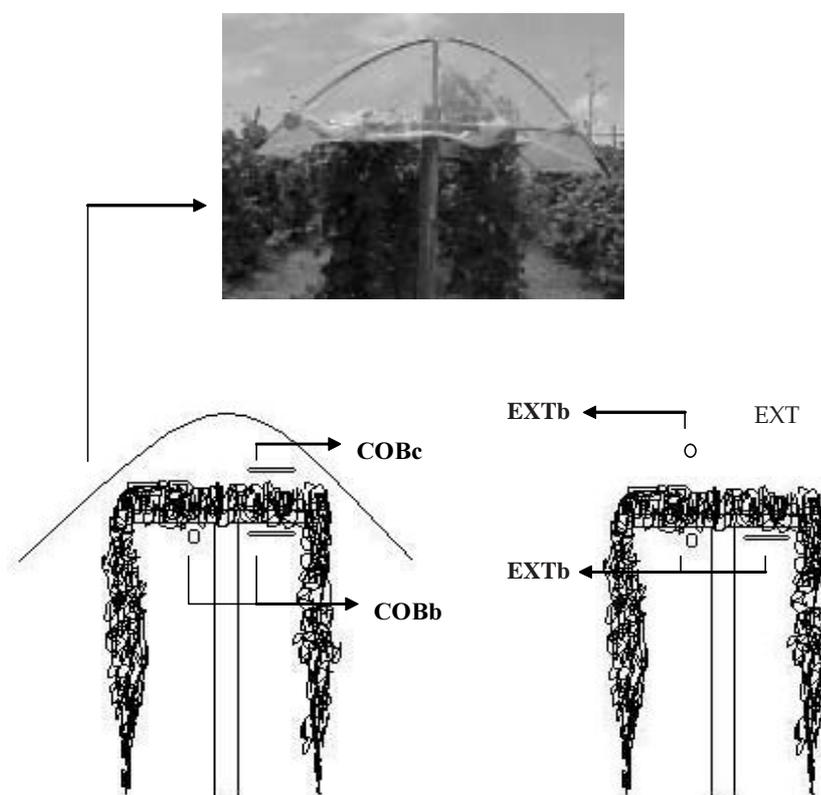


Figura 1. Representação esquemática da localização dos sensores nos tratamentos COBc (com cobertura plástica com sensores acima do dossel), COBb (com cobertura plástica com sensores abaixo do dossel), EXTc (ambiente externo com sensores acima do dossel) e EXTb (ambiente externo com sensores abaixo do dossel).

micrometeorológicos, dentro e fora do ambiente protegido, o qual possuía as laterais abertas. A radiação solar global foi medida com radiômetros (marca Eltec, modelo tubular). As temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido foram medidas com termopares de cobre-constantan, instalados em abrigos micrometeorológicos de ventilação natural, e utilizadas para se determinar a umidade relativa do ar. A ocorrência de molhamento nas folhas e nos frutos da videira, ocasionado pelo orvalho, foi considerada sempre que a umidade relativa do ar se encontrava igual ou superior a 95%. Com isso, tornou-se possível registrar a duração do período de molhamento (DPM), importante variável micrometeorológica para a ocorrência de doenças fúngicas na videira (SENTELHAS, 2004). As medições das temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido foram efetuadas na altura dos cachos de uva, a 1,5 m da superfície, e acima do dossel sem cobertura plástica, a 1,7 m da superfície. No caso da radiação solar, os sensores foram instalados entre o topo da planta e a cobertura plástica (1,7 m). Os tratamentos, de acordo com a localização dos sensores (Figura 1), foram subdivididos em: sensores instalados entre o topo da planta e a cobertura plástica (com cobertura plástica com sensores acima do dossel – COBc); sensores instalados na altura dos cachos de uva (com cobertura plástica com sensores abaixo do dossel – COBb, e ambiente externo com sensores abaixo do dossel - EXTb); e, sensores instalados acima do dossel sem cobertura plástica (ambiente externo com sensores acima do dossel - EXTc). Os sensores foram conectados a um sistema automático de coleta de dados (marca Campbell Scientific, modelo CR 10), com leituras a cada minuto e armazenamento de médias diárias.

Os valores médios das diferentes variáveis microclimáticas nos ambientes avaliados foram comparados pelo Teste-t (duas amostras presumindo variâncias equivalentes) a 5% de probabilidade, de acordo com VIEIRA (1980).

Resultados e Discussão

A radiação solar global média incidente no vinhedo, durante o período de maturação dos frutos, foi de $23,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ e os valores diários da transmitância da radiação solar global foram decrescentes na seguinte ordem: $\text{EXTc} > \text{COBc} > \text{EXTb} > \text{COBb}$ (Figuras 2 e 3).

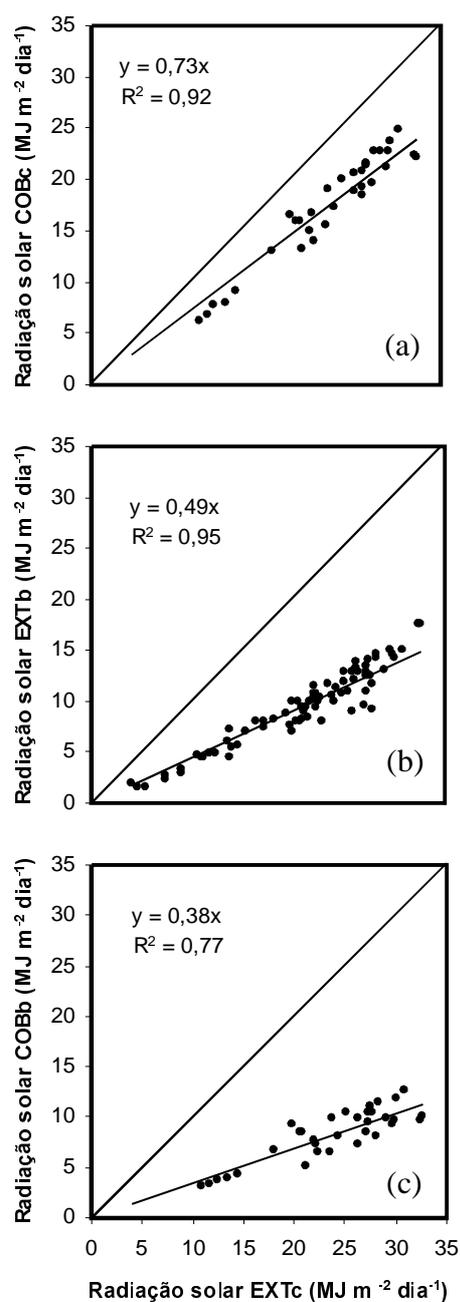


Figura 2. Variação dos valores diários de transmitância em vinhedo conduzido com e sem cobertura plástica no período de 19/12/2003 a 20/01/2004.

O valor da transmitância média na condição COBc, de 73,1%, foi muito próximo dos valores encontrados por outros autores em estufa do tipo túnel com cobertura plástica semelhante à do presente estudo, entre 69 e 80% (CAMACHO et al., 1995; ASSIS, 1998; FRISINA, 1998; CUNHA, 2001; SOUSA, 2002; CUNHA & ESCOBEDO, 2003).

Foi possível verificar uma redução gradativa da radiação solar global, respectivamente nos ambientes COBc (efeito apenas da cobertura plástica), EXTb (efeito apenas do sistema de condução da planta) e COBb (efeito conjunto da cobertura plástica e do sistema de condução da planta). Com isso, pelas equações de regressão (Figura 2), os valores da transmitância observados (73, 49 e 38%) foram muito próximos dos valores de transmitância obtidos pelas médias dos valores medidos pelos radiômetros (73,1, 48,3 e 34,9%) (Tabela 1), para os ambientes COBc, EXTb e COBb.

Analisando a Figura 4, onde são apresentados os dados diários das temperaturas máxima, mínima e média do ar durante o período experimental, não foram observadas diferenças entre os tratamentos EXTc, EXTb e COBb. A variação da temperatura máxima média entre os diferentes ambientes foi de 34,2 a 34,4°C, da temperatura mínima média de 20,7 a 21,0°C e da temperatura média de 26,0 a 26,1°C (Tabela 1).

Com relação aos valores diários de umidade relativa média do ar, as diferenças encontradas entre os tratamentos também foram muito pequenas

(Figura 5), com uma tendência dos valores serem maiores no tratamento COBb. A umidade relativa média entre os diferentes ambientes variou de 86,8 a 87,2% (Tabela 1).

Essa tendência de igualdade dos valores de temperatura e umidade relativa do ar entre os ambientes com e sem proteção também foi verificada por MARTINS (1992), CAMACHO et al. (1995), CUNHA (2001) e SOUSA (2002), em experimentos feitos com estufas do tipo túnel com cobertura plástica semelhante à utilizada neste ensaio. Em contrapartida, no trabalho de BURIOL et al. (1997) houve influência das condições de manejo de abertura e fechamento das cortinas laterais das estufas. Os autores encontraram diferenças na temperatura máxima e na UR mínima entre os ambientes externo e protegido. Esses resultados também foram semelhantes aos de BURIOL et al. (2000), os quais afirmam que a UR foi maior no interior da estufa do que fora dela. CUNHA & ESCOBEDO (2003) também concluíram que a UR mínima e a temperatura máxima foram diferentes na estufa e fora dela. Deve-se ressaltar que o sistema de cobertura plástica do presente estudo possui as laterais permanentemente abertas e sem cortinas, ao

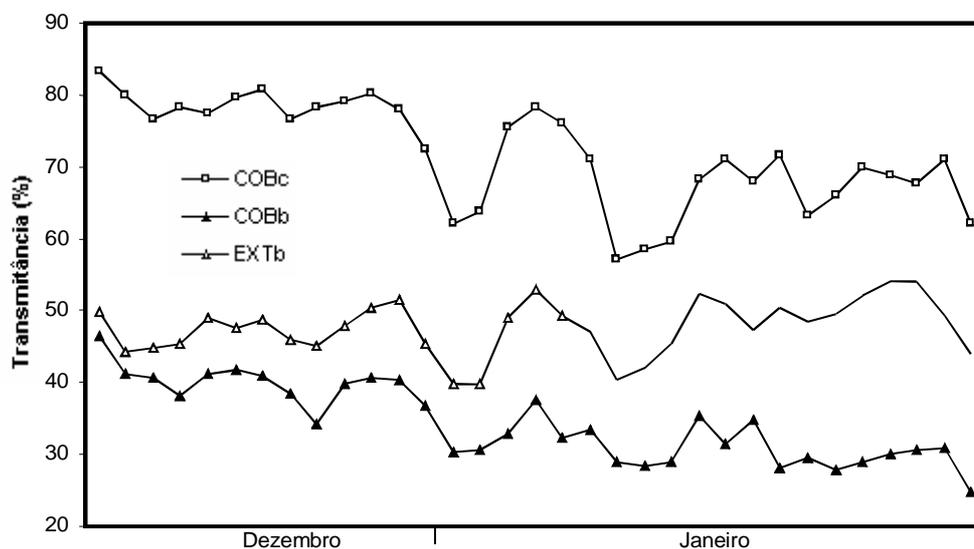


Figura 3. Relação entre a radiação solar global no ambiente externo com sensores acima do dossel (EXTc) e nos ambientes com cobertura plástica com sensores acima do dossel - COBc (a), externo com sensores abaixo do dossel - EXTb (b) e com cobertura plástica com sensores abaixo do dossel - COBb (c).

Tabela 1. Valores médios da radiação solar global ($R_{g_{méd}}$), transmitância ($TR_{méd}$), temperatura máxima ($T_{máx}$), temperatura mínima ($T_{mín}$), temperatura média ($T_{méd}$), umidade relativa do ar ($UR_{méd}$) e duração do período de molhamento nos dias com chuva ($DPM_{méd \text{ dias com chuva}}$) e sem chuva ($DPM_{méd \text{ dias sem chuva}}$), no ambiente externo acima do dossel (EXTc), entre o topo da planta e o plástico (COBc), sem cobertura plástica, na altura dos cachos de uva (EXTb) e com cobertura plástica, na altura dos cachos de uva (COBb).

	EXTc	COBc	EXTb	COBb
$R_{g_{méd}}$ ($MJ \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$)	23,8 a	17,4 b	11,5 c	8,3 d
$TR_{méd}$ (%)	————	73,1 a	48,3 b	34,9 c
$T_{máx}$ ($^{\circ}C$)	34,2 a	————	34,4 a	34,3 a
$T_{mín}$ ($^{\circ}C$)	20,9 a	————	20,7 a	21,0 a
$T_{méd}$ ($^{\circ}C$)	26,0 a	————	26,0 a	26,1 a
$UR_{méd}$ (%)	86,8 a	————	86,8 a	87,2 a
$DPM_{méd \text{ dias com chuva}}$ (horas)	————	————	13,6 a	12,1 a
$DPM_{méd \text{ dias sem chuva}}$ (horas)	————	————	3,3 a	4,5 a

Médias, dentro da mesma linha, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo Teste-t (duas amostras presumindo variâncias equivalentes) a 5% de probabilidade.

contrário dos sistemas utilizados pelos autores citados. Assim, este sistema não pode ser caracterizado como uma estufa propriamente dita, sendo mais adequado denominá-lo como um sistema de cobertura plástica do tipo “guarda-chuva”.

Em relação aos valores diários de duração do período de molhamento (DPM), também não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos EXTb, com DPM média de 7,2 horas.dia⁻¹, e COBb, com DPM média de 7,3 horas.dia⁻¹ (Figura 6). No entanto, observando-se a DPM nos tratamentos COBb e EXTb (Figura 7), nota-se que, para valores de DPM inferiores a 10 horas, houve uma tendência de valores maiores no tratamento COBb em relação ao EXTb. Já para valores de DPM iguais ou superiores a 10 horas, verificou-se uma tendência de valores menores no tratamento COBb. Observou-se, também, que em dias em que a umidade relativa média do ar foi alta, normalmente em dias de chuva e com DPM \geq 10 horas, a DPM no tratamento COBb quase sempre foi inferior à DPM no tratamento EXTb. Ao contrário, em dias em que a umidade relativa média do ar foi baixa, normalmente em dias sem chuva e com DPM \leq 10 horas, a DPM no tratamento COBb foi superior ou igual à DPM no tratamento EXTb. Tendo em vista que a DPM é dependente em grande parte da UR, resultados semelhantes foram encontrados por FOLEGATTI et al. (1997) no

mesmo período do ano, em estufa do tipo capela (plástico com 150 μm de espessura), no município de Arthur Nogueira (SP). Os autores verificaram que nos dias com umidade relativa do ar baixa os valores de umidade relativa média do ar medidos no interior da estufa foram superiores aos medidos externamente. Contudo, para dias com umidade relativa do ar alta, os valores internos foram inferiores aos externos.

Os dados de DPM ainda foram analisados separando-se os dias com e sem precipitação. Nos dias em que ocorreu precipitação, a DPM foi em média 1,5 horas inferior no tratamento COBb em relação ao tratamento EXTb. Por outro lado, nos dias sem chuva, a DPM foi em média 1,2 horas superior no tratamento COBb em comparação ao tratamento EXTb.

Assim, numa análise geral dos resultados apresentados (Tabela 1), verifica-se diferenças significativas apenas nos valores médios de radiação solar global ($R_{g_{méd}}$) e transmitância ($TR_{méd}$). Esta redução da transmitância da radiação solar global provocada pela cobertura plástica em relação ao cultivo a céu aberto pode ter influência direta na melhoria da qualidade dos cachos de uva, principalmente na redução dos danos causados pelo sol, como foi observado por LULU et al. (2005), utilizando o mesmo tipo de cobertura plástica no

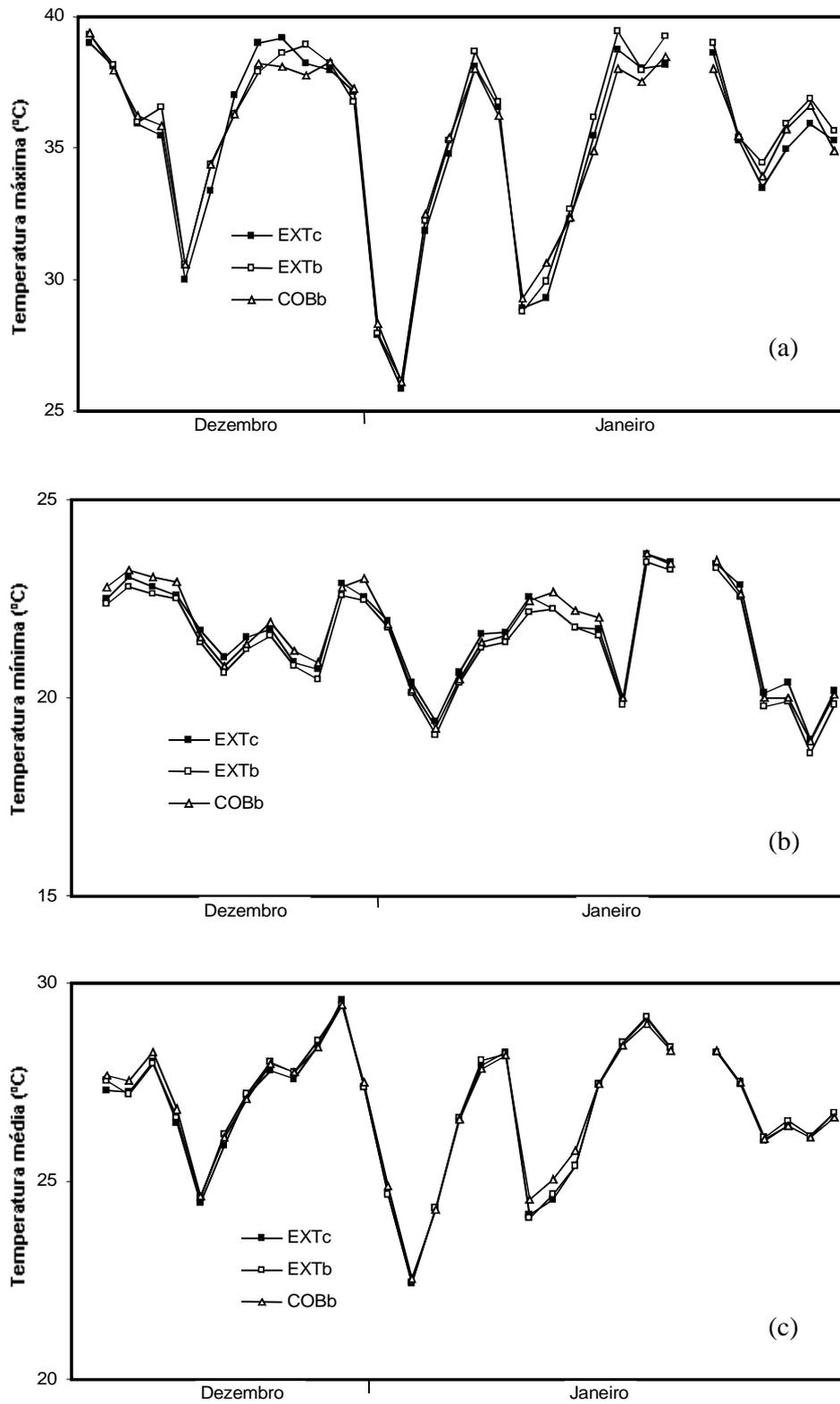


Figura 4. Variação dos valores diários das temperaturas máxima (a), mínima (b) e média (c) do ar em vinhedo conduzido com (COBb) e sem cobertura plástica (EXTb) e no ambiente externo acima do dossel (EXTc) durante o período de 19/12/2003 a 20/01/2004.

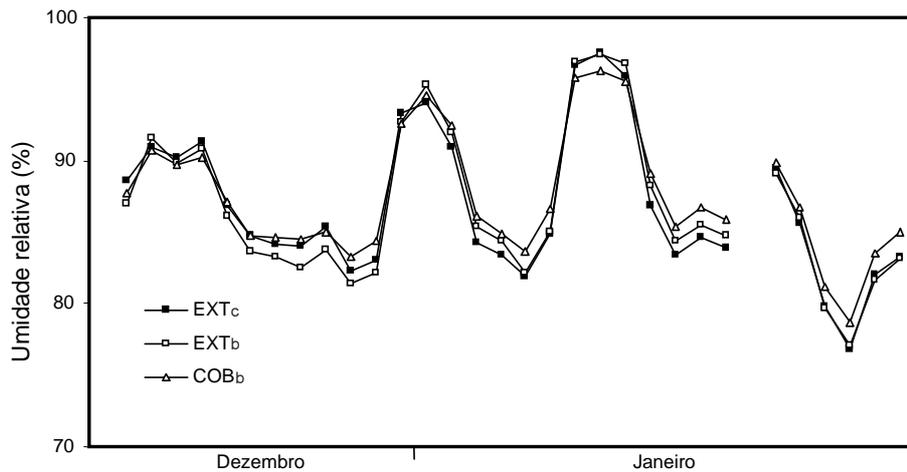


Figura 5. Variação dos valores diários de umidade relativa média do ar em vinhedo conduzido com (COBb) e sem cobertura plástica (EXTb) e no ambiente externo acima do dossel (EXTc) durante o período de 19/12/2003 a 20/01/2004.

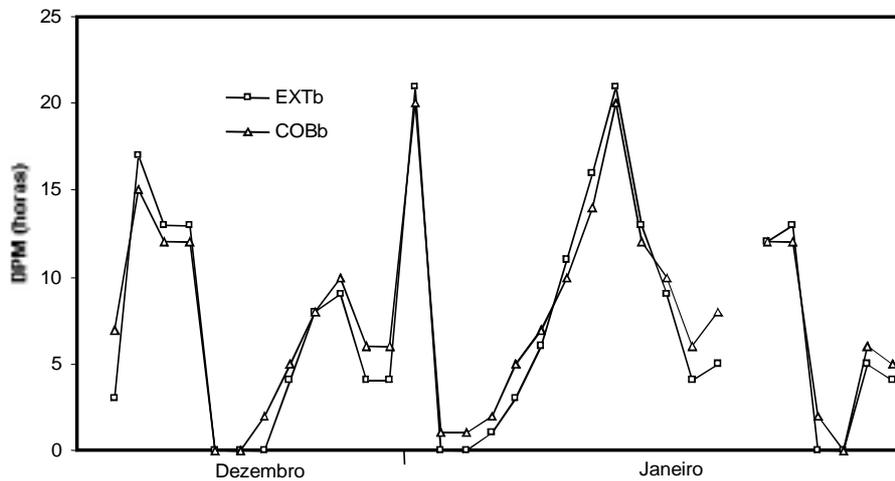


Figura 6. Variação dos valores diários de duração do período de molhamento (DPM) em vinhedo conduzido com (COBb) e sem cobertura plástica (EXTb) durante o período de 19/12/2003 a 20/01/2004.

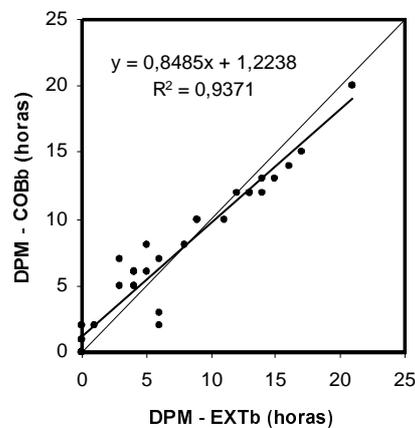


Figura 7. Relação entre os valores de duração do período de molhamento (DPM) nos tratamentos sem cobertura plástica (EXTb) e com cobertura plástica (COBb).

município de Jundiá, SP. Os autores verificaram que os valores médios de queimadura pelo sol nos cachos da videira ‘Romana’ (A 1105) foram reduzidos de 7,1% no cultivo a céu aberto para 0,2% no cultivo protegido. Já as diferenças nos valores médios das temperaturas máxima, mínima e média do ar ($T_{\text{máx}}$, $T_{\text{mín}}$ e $T_{\text{méd}}$), umidade relativa média do ar ($UR_{\text{méd}}$) e duração do período de molhamento em dias com e sem ocorrência de precipitação pluvial ($DPM_{\text{méd dias com chuva}}$ e $DPM_{\text{méd dias sem chuva}}$) não foram significativas entre os tratamentos (Tabela 1).

Conclusões

No presente estudo, verificou-se que ocorreram diferenças significativas nos valores médios de radiação solar global e transmitância entre todos os tratamentos, com valores decrescentes na seguinte ordem: COBc (efeito apenas da cobertura plástica); EXTb (efeito apenas do sistema de condução da planta); e, COBb (efeito da cobertura plástica + sistema de condução da planta). Por outro lado, as diferenças nos valores médios de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e umidade relativa do ar na altura dos cachos entre os tratamentos com e sem cobertura plástica, não foram significativas. Quanto à duração do período de molhamento, foi possível verificar que, para $DPM > 10$ horas, valores inferiores foram observados no tratamento com cobertura plástica em relação ao tratamento sem cobertura plástica.

Referências Bibliográficas

- ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo em invernadero**. 3ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1991. 347p.
- ASSIS, S.V. **Radiação solar em estufas de polietileno, nas orientações norte-sul e leste-oeste**. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 1998. 81f.
- BLISKA JUNIOR, A., HONÓRIO, S.L. **Plasticultura e Estufa**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1999. 81p. (Cartilha Tecnológica).
- BURIOL, G.A.; LUFT, S.V.L.; HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, p.17-24, 1997.
- BURIOL, G.A.; RIGHI, E.Z.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.8, n.1, p.11-8, 2000.
- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MEDEIROS, S.L.P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p.43-9, 1993.
- CAMACHO, M.J.; ASSIS, F.N.; MARTINS, S.R.; MENDEZ, M.E.G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.3, p.19-24, 1995.
- CERMEÑO, Z.S. **Estufas: Instalação e manejo**. Lisboa: Litexa, 1990. 355p.
- CUNHA, A.R. **Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambientes protegido e campo**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2001. 128p.
- CUNHA, A.R.; ESCOBEDO, J.F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, p.15-26, 2003.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, 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, p.51-62, 1993.
- FERREIRA, M.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNANDEZ, J.L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira ‘Cabernet Sauvignon’ sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.439-45, 2004.
- FOLEGATTI, M.V.; BASSO, A.J.; ALVES JÚNIOR, J.; PEZZOPANE, J.R.M. Manejo da

- Irrigação em Ambiente Protegido. **Disciplina LER 830 – Manejo da Água em Sistemas Agrícolas** – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, Piracicaba, 2002. 29p.
- FOLEGATTI, M.V.; SCATOLINI, M.E.; PAZ, V.P.S.; PEREIRA, A.R.; FRIZZONE, J.A. Efeitos da cobertura plástica sobre os elementos meteorológicos e evapotranspiração da cultura do crisântemo em estufa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.2, p.155-63, 1997.
- FRISINA, V.A. **Otimização de um albedômetro e aplicação no balanço de radiação e energia da cultura de alface (*Lactuca sativa* L.) no exterior e interior de estufa de polietileno**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 1998. 86f.
- 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.422-5, 2005.
- MARTINEZ GARCIA, P.F. **Características climáticas de los invernaderos de plástico**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias – INIA, 1978. 48p. (Hoja Técnica, 19).
- MARTINS, G. **Uso da casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1992. 65f.
- MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.15-23, 1999.
- MOUGON, R.; MOUGON, A.; BEN MECHILA, N. Comparative study of greenhouse covers with and without thermal screens. **Plasticulture**, Paris, v.81, p.37-42, 1989.
- OLIVEIRA, M.R.V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.8, p.1049-60, 1995.
- PEDRO, F.R. **Láminas de polietileno y copolímero EVA para usos en agricultura**. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca Y Alimentacion, 1987. 20p. (Hojas divulgadoras, 2).
- PEDRO, F.R.; VICENTE, L.M.M. **Aplicación de los plásticos en la agricultura**. 2ed., Madrid: Mundi-Prensa, 1988. 573p.
- PEZZOPANE, J.E.M.; PEZZOPANE, J.R.M.; SENTELHAS, P.C.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTALANI, A.A. Duração do período de molhamento foliar no interior de estufas plásticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 9, 1995, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, p.316-8, 1995.
- PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P. Técnicas de cultivo. In: **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.351-403, 2003.
- SEEMAN, J. Greenhouse climate. **Agrometeorology**, New York, Germany: Springer-Verlag, p.165-78, 1979.
- SENTELHAS, P.C. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith**. Tese (Livre-Docência em Agrometeorologia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004. 161f.
- SENTELHAS, P.C.; SANTOS, A.O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.1, n.2, p.108-15, 1995.
- SOUSA, J.W. **Efeito da cobertura de polietileno difusor de luz em ambiente protegido cultivado com pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2002. 113f.
- VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 3 ed. revista e 3 ed. ampliada. Rio de Janeiro: Elsevier, 1980. 196p.