

Variações da Temperatura do Ar e do Solo sob a Influência de Filmes Plásticos de Diferentes Cores na Produção do Morangueiro

Carlos Reisser Júnior¹

Luis Eduardo Corrêa Antunes²

Sílvio Steinmetz³

Ivan Rodrigues Almeida⁴

Bernadete Radin⁵

O sistema de produção de morangos utilizado no Rio Grande do Sul (RS) é caracterizado pela cobertura dos canteiros com filmes de polietileno de cor preta, pelo uso de túneis de cultivo baixo cobertos com polietileno transparente, irrigação por gotejamento sob a cobertura do solo e pelo uso de material genético de elevado potencial produtivo (REISSER JÚNIOR; ANTUNES; RADIN, 2004; ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007).

No estado, a produção de morangos ocorre ao longo de todo ano devido a diferentes épocas de plantio de mudas nas várias regiões e às diferentes variedades. As variedades sensíveis ao fotoperíodo (dia curto), para produção precoce, são transplantadas nas regiões mais quentes do RS, onde a probabilidade de ocorrência de geadas durante os meses de inverno é baixa. Com o uso de variedades indiferentes ao fotoperíodo (dias neutros) é possível cultivar tardiamente (período

de verão) em regiões mais frias e de maior altitude no RS devido à alta probabilidade de ocorrência de temperaturas baixas (10 °C a noite), mais adequadas ao cultivo.

Com preços mais atraentes no verão, que é um período de desabastecimento nacional, o cultivo nesta época e nestas regiões mais frias está aumentando. Para estas regiões também foi adotado o sistema de plásticos pretos para cobertura do solo, o qual é indicado para antecipar a produção nas regiões que produzem precocemente. Sabe-se que a cobertura do solo com plásticos pretos eleva a temperatura do solo (HAYNES, 1987), condição que pode não ser recomendada para a produção de morango nos meses mais quentes do ano.

A modificação do balanço de energia com o uso de filmes de colorações diferentes, mais opacos que os

¹ Eng. Agrícola, D.Sc., Pesquisador da Embrapa de Clima Temperado, Pelotas, RS, carlos.reisser@cpact.embrapa.br.

² Eng. Agrôn., D.Sc., Bolsista CNPq, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, RS, luis.eduardo@cpact.embrapa.br.

³ Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, RS, silvio.steinmetz@cpact.embrapa.br.

⁴ Geógrafo, DSc., Pesquisador da Embrapa de Clima Temperado, Pelotas, RS, ivan.almeida@cpact.embrapa.br.

⁵ Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Fepagro, Porto Alegre, RS, radin@fepagro.rs.gov.br

transparentes, é uma prática que reduz a disponibilidade de radiação para o solo podendo reduzir sua temperatura (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; STRECK; SCHNEIDER; BURIOL, 1994). A influência destas práticas sobre a produtividade da cultura do morangueiro, porém, é uma informação que não existe para o Estado do Rio Grande do Sul.

Portanto, é objetivo deste trabalho avaliar as modificações nas temperaturas do ar e do solo causadas pela colocação de coberturas em canteiros cobertos com filmes de polietileno preto e co-extrusados, preto-branco e preto-prata sob túneis baixos de cultivo, cobertos com polietileno transparente e leitoso, bem como a influência destas modificações sobre a produtividade do morangueiro.

CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O presente trabalho foi desenvolvido junto a uma propriedade rural, localizada na cidade de Caxias do Sul-RS, no distrito de Santa Lúcia do Piaí, durante dois períodos. O primeiro durante a ocorrência de temperaturas mais baixas de 17 de setembro a 30 de outubro de 2008, e o segundo durante a ocorrência de temperaturas mais elevadas de 7 de janeiro a 11 de março de 2009. O solo da propriedade é um Latossolo bruno distrófico, e o clima da região é Cfb pela classificação de Köpen.

O solo sob os canteiros foi protegido com coberturas de filme de polietileno de 3 tipos diferentes: um preto e outros dois co-extrusados de cores preto-branco e preto-prata. A cor preta dos filmes co-extrusados sempre foi colocada para baixo. Sobre estes canteiros foram cultivados, a partir de maio de 2008, morangueiros cv. Aromas em filas duplas espaçadas em 50 cm e com plantas espaçadas em 30 cm. Os canteiros foram cobertos com túneis baixos (altura de 0,90 m) cobertos com polietileno transparente de 0,1 mm, aditivado com anti-UV. Para a determinação das temperaturas foram instalados sensores do tipo K, a 10 cm de profundidade, no centro dos canteiros. Para as temperaturas do ar foi instalado um sensor igual aos de solo protegidos da radiação solar com *shelter* colocado a 30 cm de altura do solo e para as medidas de radiação solar, foi utilizado um piranômetro LICOR-200, instalado fora das coberturas plásticas, a 2 m do experimento. Os dados foram coletados em um registrador (*data logger*) da marca Campbell modelo 10X, que coletava os dados a cada 5 segundos e

realizava uma média a cada hora.

Os dados de produtividade foram mensurados em canteiros de 75 m x 1,20 m onde foram cultivadas 500 plantas da cultivar Aromas. Foram realizadas 33 colheitas durante o período do experimento.

A análise dos dados foi feita considerando-se um fatorial 3 x 2, sendo três tipos de plástico para a cobertura dos canteiros (preto, prata e branco) e dois para a cobertura dos túneis (transparente e leitoso), totalizando seis tratamentos. Cada colheita foi considerada como um bloco, totalizando 33 blocos. Após a análise da variância aplicou-se o teste DMS para comparação das médias em um nível de significância de 5%.

Para análise dos dados foram feitas correlações entre as temperaturas do solo e do ar. Visando analisar o período de maior temperatura dos dias, as relações foram feitas com as temperaturas das 13 horas (máximas); e para o período de menores temperaturas, as relações foram feitas com o horário das 6 horas (mínimas) da manhã.

RESULTADOS

1- Temperatura do ar

A temperatura do ar dentro e fora dos túneis plásticos é influenciada pela disponibilidade de radiação. A configuração da disponibilidade de radiação é semelhante à configuração da temperatura do ar ao longo do dia, independentemente da cor do plástico de cobertura (Figura 1). A temperatura do ar de fora dos túneis é a que sofre a menor influência da radiação ao longo do dia e a temperatura do ar com cobertura do solo de cor preta é a que sofre a maior influência, principalmente nos horários de máxima disponibilidade de radiação. A temperatura do ar sob o túnel de plástico branco apresenta temperaturas mais baixas do que as do túnel transparente, mas eleva a temperatura do ar quando comparada a do ambiente externo. No ambiente fora dos túneis, a temperatura do ar foi maior do que nos outros ambientes durante as primeiras horas do dia (da 1 a 7 horas), até o nascer do sol (Figura 1). Esta característica é relacionada à pouca nebulosidade da noite, o que determina uma grande perda de energia. Este fenômeno também é observado

em outros ambientes cobertos com filmes plásticos transparentes, como estufas plásticas (REISSER JÚNIOR et al., 2003). Os aumentos de temperatura durante um período sem disponibilidade de radiação (19 horas) devem-se à elevação da temperatura do ar externo oriunda da massa de ar quente.

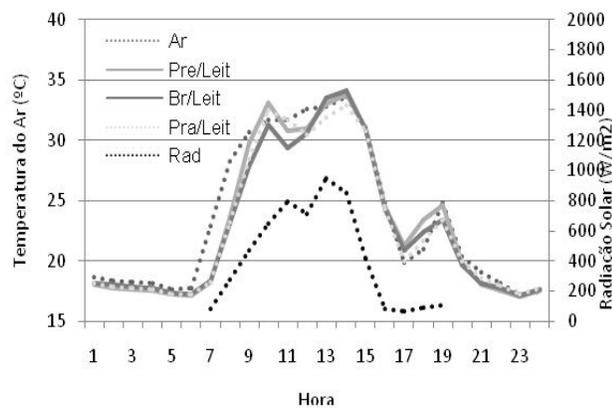
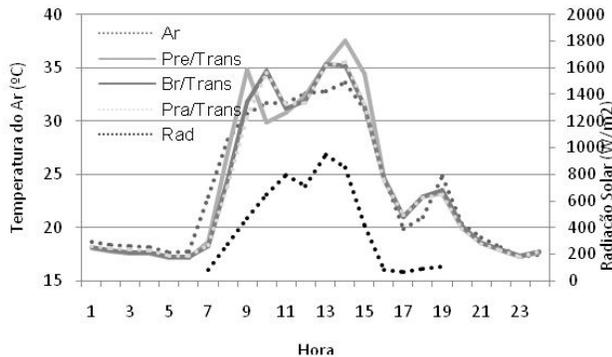


Figura 1. Temperatura do ar dentro e fora (Ar) dos túneis cultivados com morangueiro, cobertos com filme de polietileno transparente (Trans) e branco (Leit), com solo coberto com diferentes filmes plásticos (pret, preto; Br, branco; Pra, prata) no dia (26/01/2010) de maior disponibilidade de radiação solar e seu valor. Caxias do Sul, RS, 2010.

1.1 Influência da cor do plástico do túnel

A influência da cobertura do túnel mais opaca, filme de cor branca, somente influi de forma mais significativa na diferença de temperatura entre os ambientes a partir do nível de radiação acima de 300 Wm⁻² (Figura 2). A redução de radiação dentro dos ambientes faz com que o solo coberto se aqueça mais e por consequência aqueça mais o ar dentro deles. Com outros níveis de disponibilidade de radiação pode-se observar também que a diferença de temperatura do ar entre os ambientes com diferentes coberturas é maior naquele que possui a maior transparência à radiação solar.

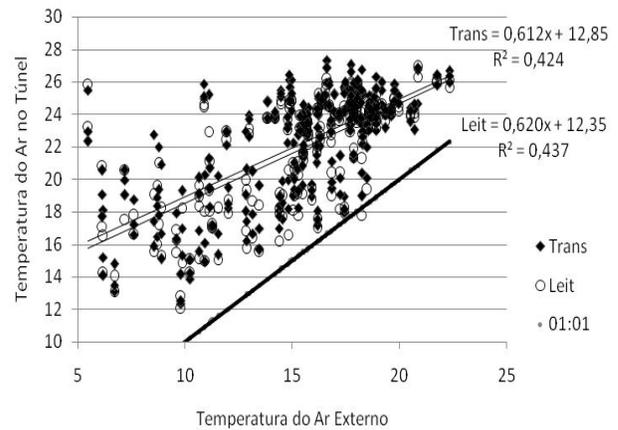


Figura 3. Variação da temperatura mínima do ar sobre lavoura de morangos sem cobertura e com cobertura de túneis cobertos com filmes transparente (trans) e de cor branca (Leit). Caxias do Sul, RS, 2010.

A influência do túnel plástico sobre a temperatura máxima do ar é tanto maior quanto foi a transparência do filme plástico (Figura 4). Apesar das diferenças não serem tão significativas como nas temperaturas mínimas do ar entre os túneis e fora deles, entre os tipos de filmes as diferenças podem ser tanto de 1 °C, para as temperaturas mínimas do ar próximas de 17 °C, como próximas a 4 °C em temperaturas em torno dos 35°C. A diferença da influência dos túneis entre as mínimas e as máximas temperaturas provavelmente deve-se a abertura dos túneis durante o dia, período em que, normalmente, ocorrem as temperaturas máximas. Com relação às temperaturas dentro do túnel transparente, estas são mais elevadas devido, provavelmente, à maior quantidade de radiação incidente sobre o canteiro de plantas.

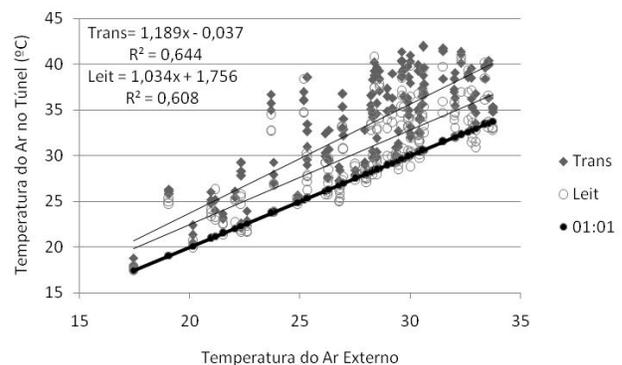


Figura 4. Variação da temperatura máxima do ar sobre lavoura de morangos sem cobertura e com cobertura de túneis cobertos com filmes transparente (trans) e de cor branca (Leit). Caxias do Sul, RS, 2010.

1.2 Influência da cor do plástico de cobertura do solo

O uso de plásticos de diferentes cores aumenta a temperatura de túneis plásticos, independentemente de sua cor (Figura 5). Também pode-se observar que o uso de filmes mais reflectivos como os de cor branca e prata reduzem a temperatura do ar quando comparados com os filmes pretos. A diferença de temperatura entre o túnel com cobertura do solo preto para os

outros dois mais reflectivos, diminui a medida que aumenta a temperatura mínima do ar fora dos túneis. A influência do túnel sobre as temperaturas mínimas do ar é menor em relação à temperatura externa à medida que as temperaturas do ar aumentam, mostrando a maior modificação em temperaturas mais baixas. Este efeito é esperado para antecipação de colheita, maior velocidade de maturação e controle de temperaturas mais baixas.

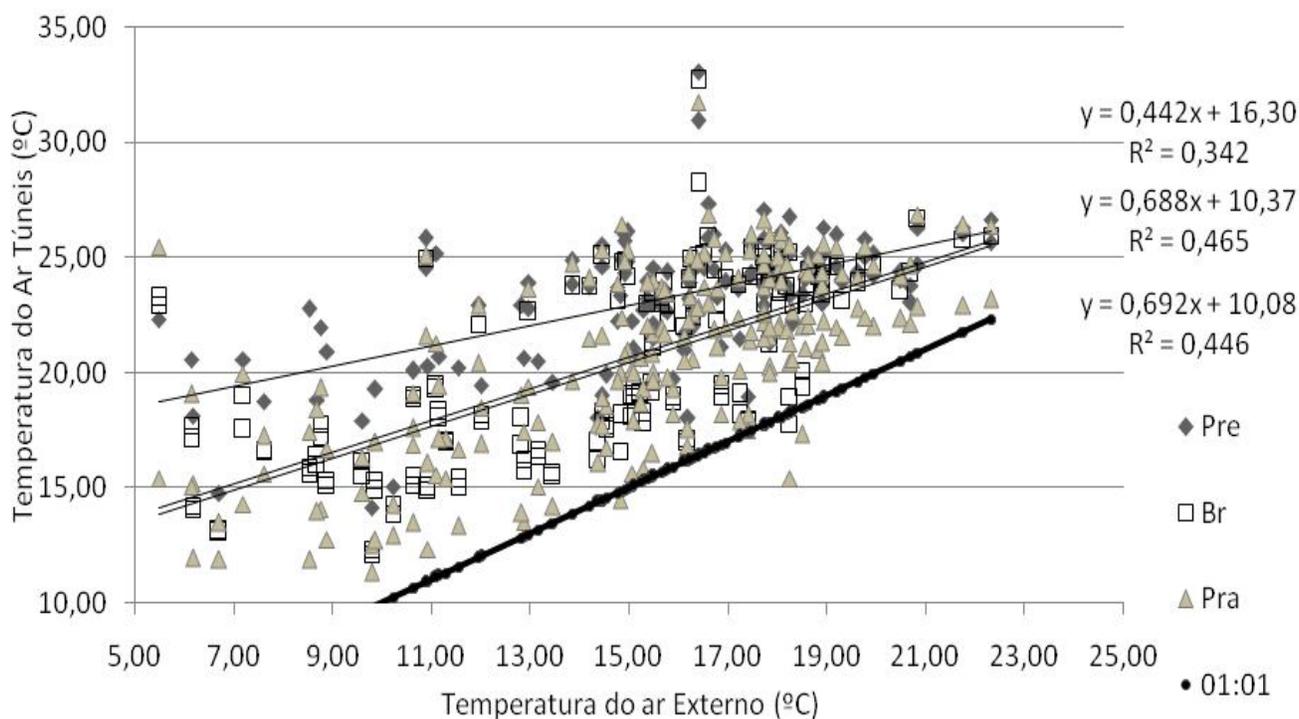


Figura 5. Variação das temperaturas mínimas do ar dentro de túneis cobertos com polietileno transparente e de cor branca e com cobertura do solo com plásticos de cor preta (Pre), branca (Br) e prata (Pra), em função da temperatura do ar fora dos túneis. Caxias do Sul, RS, 2010.

A cobertura do solo também influi sobre a temperatura máxima do ar dentro de túneis cobertos com polietileno transparente ou opaco. As três cores de plástico utilizadas para cobertura do solo aumentaram a temperatura máxima do ar (Figura 6), especialmente o plástico de cor preta é o que apresenta os maiores

aumentos, porém as diferenças das temperaturas máximas do ar entre os plásticos são de aproximadamente de 1 °C entre eles. Se formos comparar os sistemas de cobertura do solo com plásticos de maior reflexão com o tradicionalmente utilizado, que é de cor preta, verifica-se que o branco reduz 1 °C e o prata 2 °C.

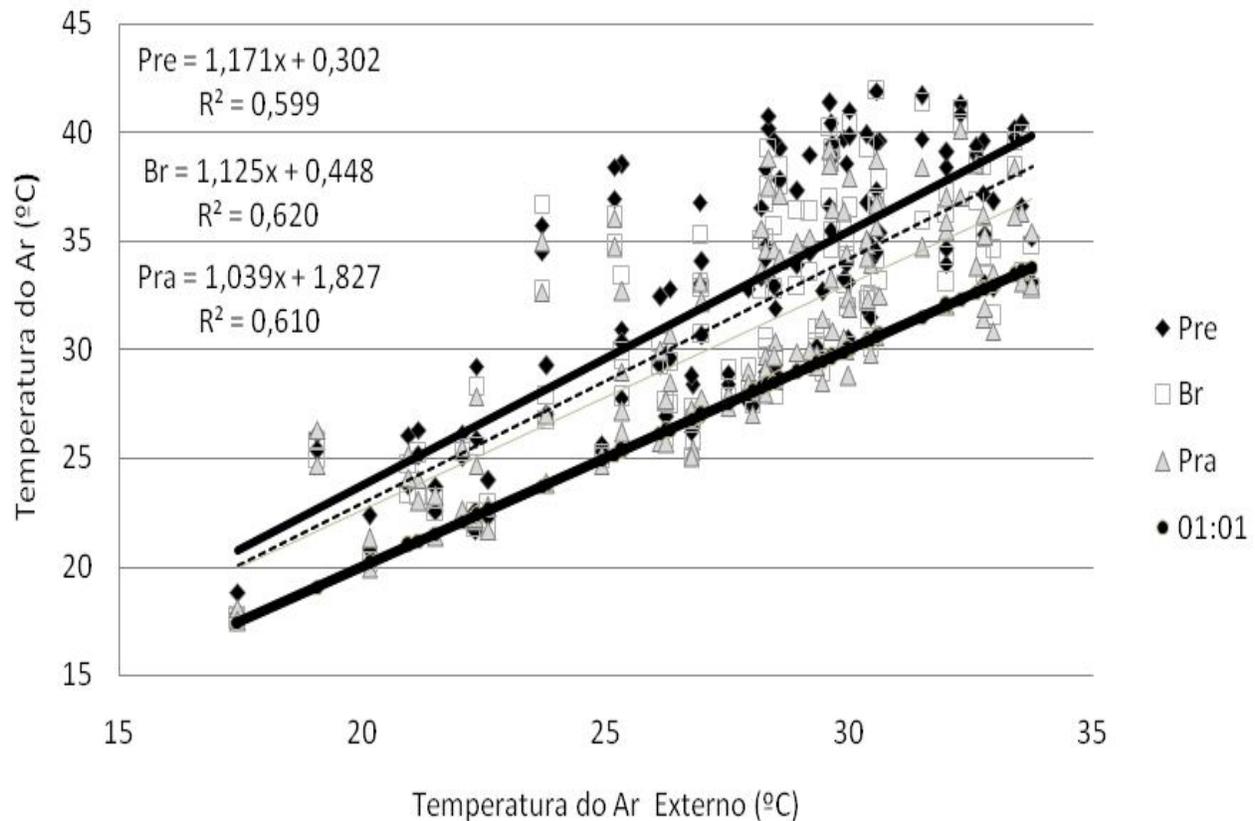


Figura 6. Variação das temperaturas máximas do ar dentro de túneis cobertos com polietileno transparente e de cor branca e com cobertura do solo com plásticos de cor preta (Pre), branca (Br) e prata (Pra), em função da temperatura do ar fora dos túneis. Caxias do Sul, RS, 2010.

2. Temperaturas do solo

A cobertura de túneis com filmes transparentes ou opacos, como o de cor branca, bem como as diferentes cores de filmes plásticos para cobertura do solo, modificam as temperaturas do solo de cultivos de moranguieiro. A temperatura do solo, independente da cobertura, apresenta uma menor amplitude térmica do que a do ar, pois o aquecimento é mais lento bem como seu resfriamento (Figura 7). A radiação solar é que determina o período de aquecimento ou resfriamento do solo, quando se usa filme transparente sobre o túnel, pois as taxas de aquecimento ou resfriamento coincidem exatamente com os valores da radiação solar (Figura 8). Sob plástico branco, a variação das taxas ocorre de maneira diferente,

promovendo os valores máximos somente às 15 horas e com conformação diferente da disponibilidade de radiação.

O filme de plástico preto para cobertura do solo é o que mais aquece o solo durante o dia, quando comparado com os outros filmes; o branco é o que aquece menos; e o de cor prata apresenta um valor intermediário (Figura 7). Os três apresentam configuração semelhante bem diferente da variação da temperatura do ar e aparentemente sem influência desta, visto que, neste dia típico de alta disponibilidade de radiação, houve entrada de ar quente após o ocaso do sol, sem que houvesse reflexo na temperatura do solo, que manteve sua taxa de redução de temperatura.

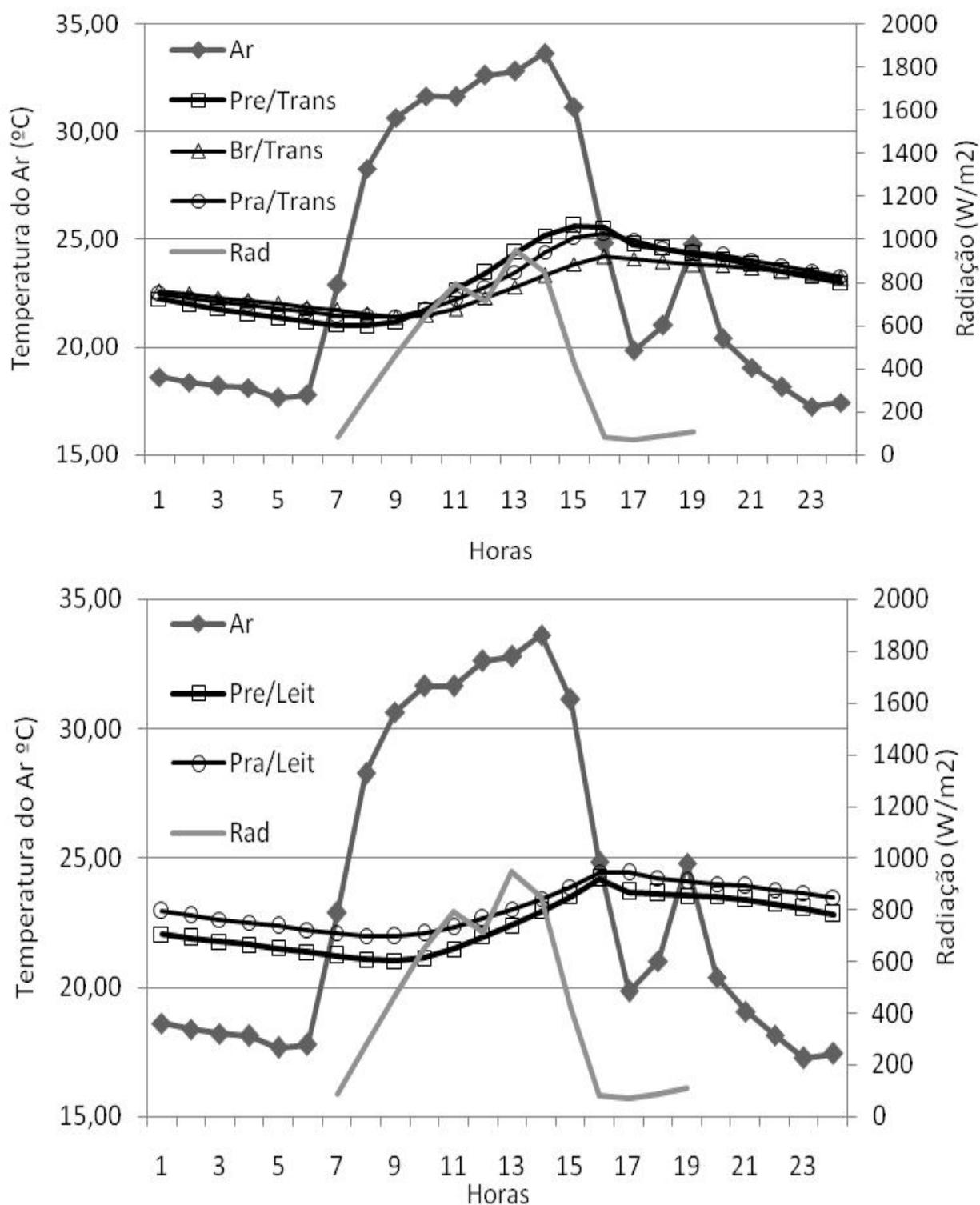


Figura 7. Variação diária da temperatura do solo de canteiros cultivados com morangueiro sob túneis com cobertura de filmes plásticos transparentes (A) ou opacos (B), temperatura do ar e radiação solar fora das coberturas, ao longo do dia de maior disponibilidade de radiação solar. Caxias do Sul, RS, 2010.

A variação da temperatura do ar entre coberturas das plantas com túneis baixos apresenta diferenças entre as duas cores testadas. A diferença da variação entre os ambientes devido à diferença de taxas horárias de

variação de temperatura sobre o plástico preto (Figura 8). Enquanto sob o plástico transparente a taxa apresenta seu valor máximo próximo das 10 horas, sob o plástico branco, a taxa máxima ocorre às 15 horas.

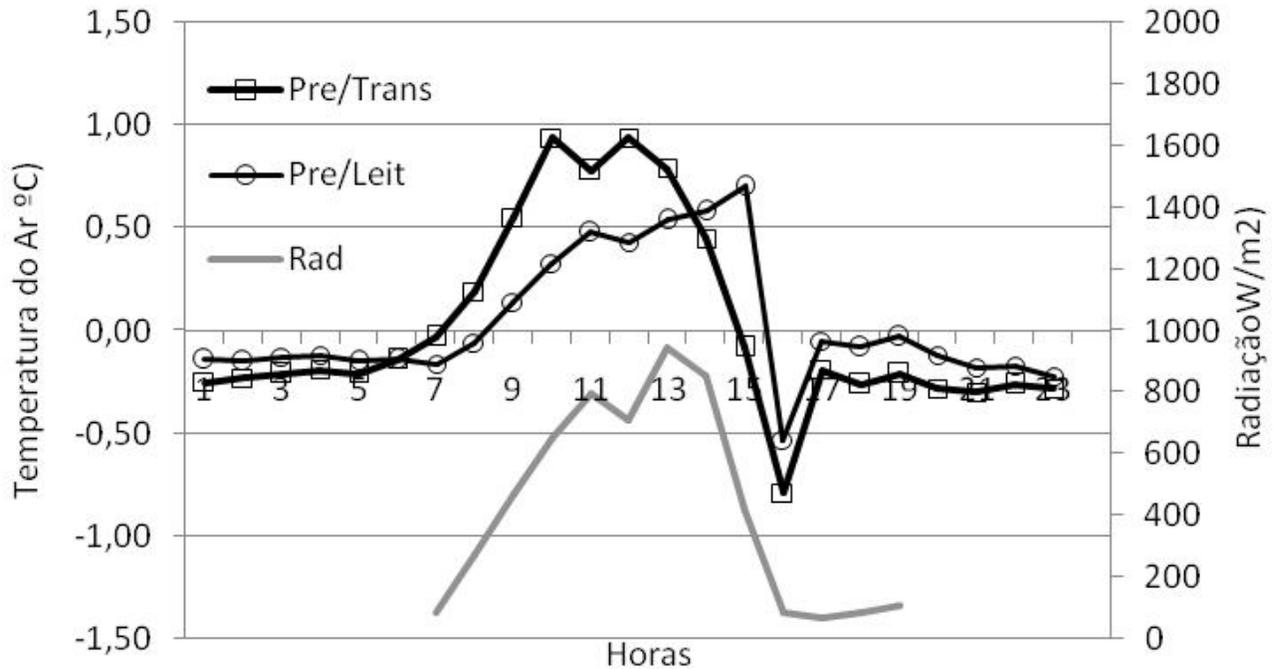


Figura 8. Taxas de variação horária da temperatura do ar de ambientes com cobertura do solo com filme plástico de cor preta e túnel transparente (Pre/Trans) e de cor branca (Pre/Leit) e a disponibilidade de radiação horária (Rad). Caxias do Sul, RS, 2010.

2.1. Influência da cor do plástico de cobertura do túnel

As condições de temperatura mínima do solo quando relacionadas à temperatura do ar fora dos túneis, apresentam dois padrões de comportamento: um durante os meses mais quentes e outro durante os meses mais frios do ano. Na Figura 9 pode-se observar que independentemente do tipo de cobertura do túnel plástico, dentro de uma mesma estação, a relação entre a temperatura interna e externa aos túneis é mantida.

Entre as estações é que a variação da relação entre as temperaturas do ar e do solo fica diferente, visto que, para uma mesma temperatura externa aos túneis, pode haver diferenças entre a temperatura do solo de 5 °C entre o outono e o verão. Por exemplo, para uma temperatura mínima do ar de 10 °C fora dos túneis, o solo apresenta um valor de 20 °C no verão e 14,5 °C no outono.

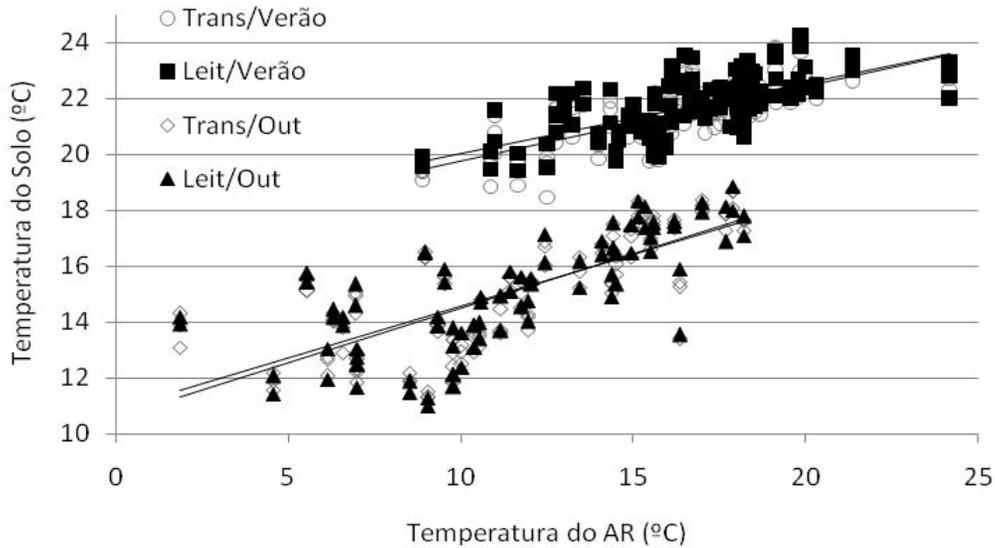


Figura 9. Relação entre os dados de temperatura do ar de fora dos túneis plásticos e os dados de temperatura mínima do solo em canteiros cultivados com morangueiros sob túneis plásticos transparentes (Trans) e brancos (Leit), com diferentes coberturas do solo com filmes de polietileno durante as estações de Verão (Ver) e outono Verão (Out). Caxias do Sul, RS, 2010.

Analisando-se as relações entre as temperaturas máximas do ar com as máximas do solo o padrão mantém-se para todos os períodos do ano, com uma só equação representando a variação de todos os níveis de temperatura. Observa-se também na figura 10 que a influência do filme de cobertura do solo não apresenta grande modificação nas relações visto que as equações são semelhantes tanto no valor de

interceptação no eixo das ordenadas (8,99 e 9,00) como em seus coeficientes angulares (0,47 e 0,45).

Outra informação diz respeito a grande variabilidade que ocorre no nível de 20 °C a 25 °C provavelmente relacionada com as diferentes condições climáticas do dia, principalmente a disponibilidade de radiação solar (Figura 10).

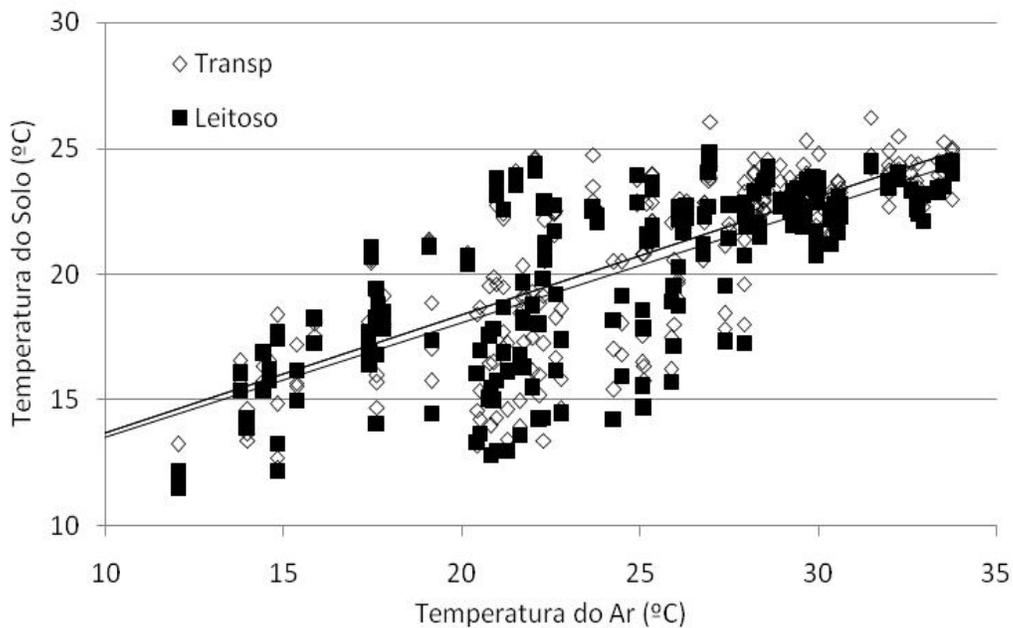


Figura 10. Relação entre os dados de temperatura do ar de fora dos túneis plásticos e os dados de temperatura máxima do solo em canteiros cultivados com morangueiros sob túneis plásticos transparentes (Transp) e brancos (Leitoso), com diferentes coberturas do solo com filmes de polietileno. Caxias do Sul, RS, 2010.

2.2. Influência da cor do plástico de cobertura do solo nas temperaturas mínimas do ar

Através das relações entre as temperaturas das 6 horas, consideradas como temperaturas mínimas do ar, e a temperatura do solo, pode-se verificar que existem dois padrões de relação semelhantes para os três tipos de cobertura do solo: uma no período de primavera, quando os níveis de radiação são menores, e outra no verão, quando são maiores. Durante a

primavera, o solo do canteiro fica aproximadamente 11 °C acima da temperatura do ar, nas temperaturas mais baixas, enquanto que no verão o acréscimo de temperatura fica em aproximadamente 16 °C. A inclinação da reta, representada pelo coeficiente angular, é muito semelhante para os dois períodos, ficando em torno de 0,3 (Figura 11). Esta diferença de padrão deve-se, talvez, ao maior nível energético existente no solo, nesta época do ano, e às temperaturas que estão ocorrendo na estação do ano.

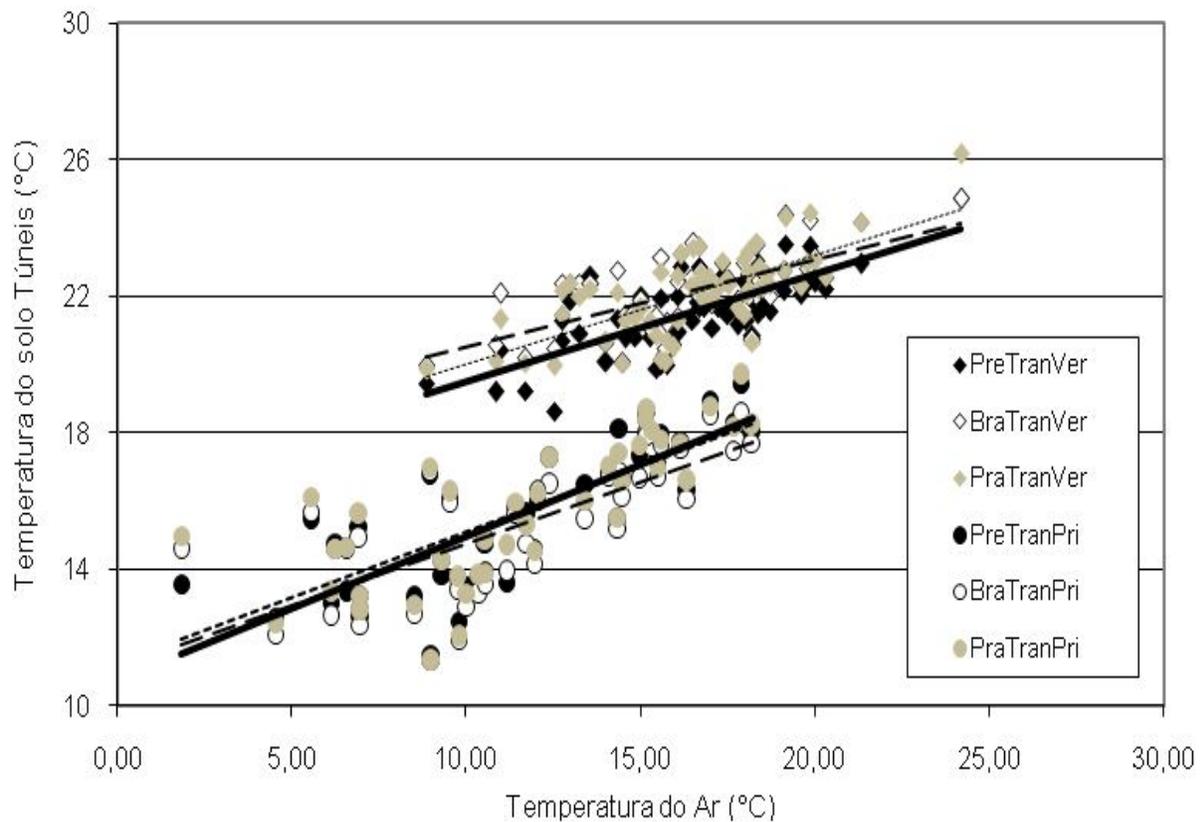


Figura 11. Relação entre os dados de temperatura do ar de fora dos túneis plásticos e os dados de temperatura mínima do solo em canteiros cultivados com moranguieiros sob túneis plásticos transparentes (Tran), com diferentes coberturas do solo com filmes de polietileno (Branco-Bra; Prata-Pra; Preto-Pre) durante as estações de Primavera (Pri) e Verão (Ver). Caxias di Sul, RS, 2010.

Na análise dos dados de temperaturas ocorridas às 13 horas, verifica-se que a distribuição determina a existência de somente uma relação para cada tipo de plástico (Figura 12). Este padrão deve-se, provavelmente, às ocorrências da temperatura do solo, que são muito mais dependentes das condições de radiação do dia, e não do seu estado energético da estação do ano.

Pode-se observar, também, que o plástico preto apresenta valores mais elevados de temperatura em relação aos co-extrusados. O uso de coberturas do solo com filmes plásticos exerce influência maior sobre as temperaturas próximas da máxima e da mínima, quando estas são mais baixas.

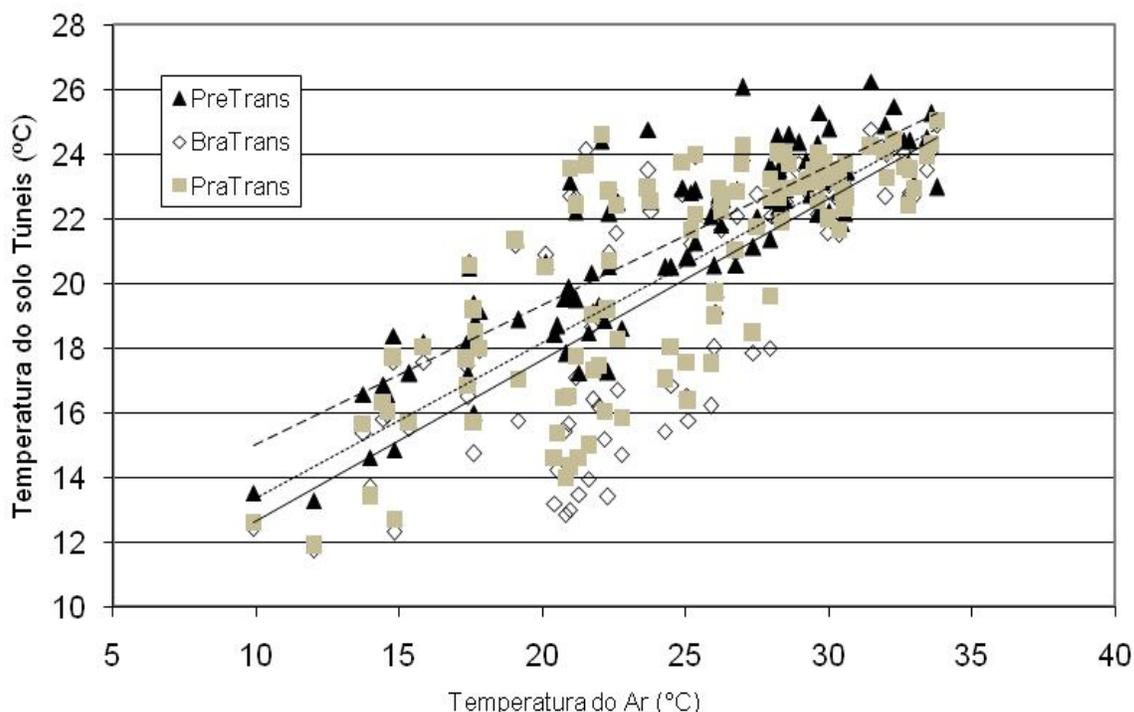


Figura 12. Relação entre os dados de temperatura do ar de fora dos túneis plásticos e os dados de temperatura máxima do solo em canteiros cultivados com morangueiros sob túneis plásticos transparentes, com diferentes coberturas do solo com filmes de polietileno (Branco-Bra; Prata-Pra; Preto-Pre). Caxias do Sul, RS, 2010.

Resposta da produtividade da planta aos diversos filmes plásticos utilizados para cobrir o solo e a plantas.

O uso dos diferentes filmes de cobertura do solo e do túnel influenciou significativamente a produtividade dos morangueiros como pode ser visto na Figura 13. A análise dos resultados mostrou que o filme transparente da cobertura de túnel é o mais importante para o morangueiro, visto que a redução de radiação deste filme é mais adequada aos padrões necessários ao morangueiro. Sob túnel de filme transparente todos os plásticos de cobertura do solo são mais produtivos do que sobre filme branco.

Com relação aos filmes para cobertura do solo, verificou-se que os filmes mais refletivos apresentam tendência de aumento da produtividade, com destaque para o branco que, quando usado com cobertura transparente, mostrou ser o melhor para o morangueiro pois aumentou a produtividade de 581,20 g/planta, do sistema tradicional com filme de cobertura preto,

para 635,44 g/planta, durante o período estudado.

A possível explicação para esta resposta da planta encontra-se muito mais relacionada com a disponibilidade de radiação do que com as modificações das condições de temperatura do ar e do solo estudadas. Pode-se observar a partir dos resultados que sob o maior sombreamento, túnel com plástico branco, a produtividade do morangueiro é reduzida independentemente do tipo de cobertura do solo. Quando a radiação é reduzida com filmes transparentes, o filme para cobertura do solo mais refletivo é o que promove a maior produtividade, e o com menor reflexão, a menor produtividade. O plástico de cobertura do solo de cor prateada, com reflexão média em relação aos usados, proporciona uma tendência de produtividade média.

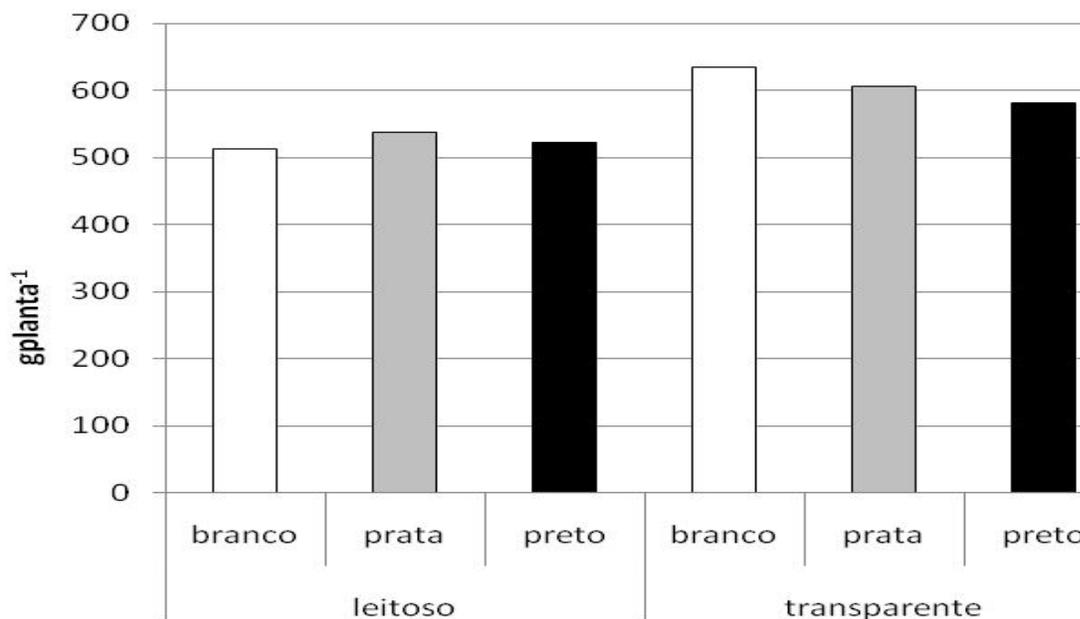


Figura 13. Produtividade do moranguero, em kg/planta, com diferentes tipos de filme plástico para cobertura do solo e de plantas, durante o período de 23 de outubro de 2009 a 11 de fevereiro de 2010. Caxias do Sul, RS, 2010.

O uso de filme branco para a cobertura do solo influenciou principalmente no período entre o início de dezembro e o início de janeiro, porém com uma tendência de

maior produtividade desde a primeira colheita no fim do mês de outubro (Figura 14).

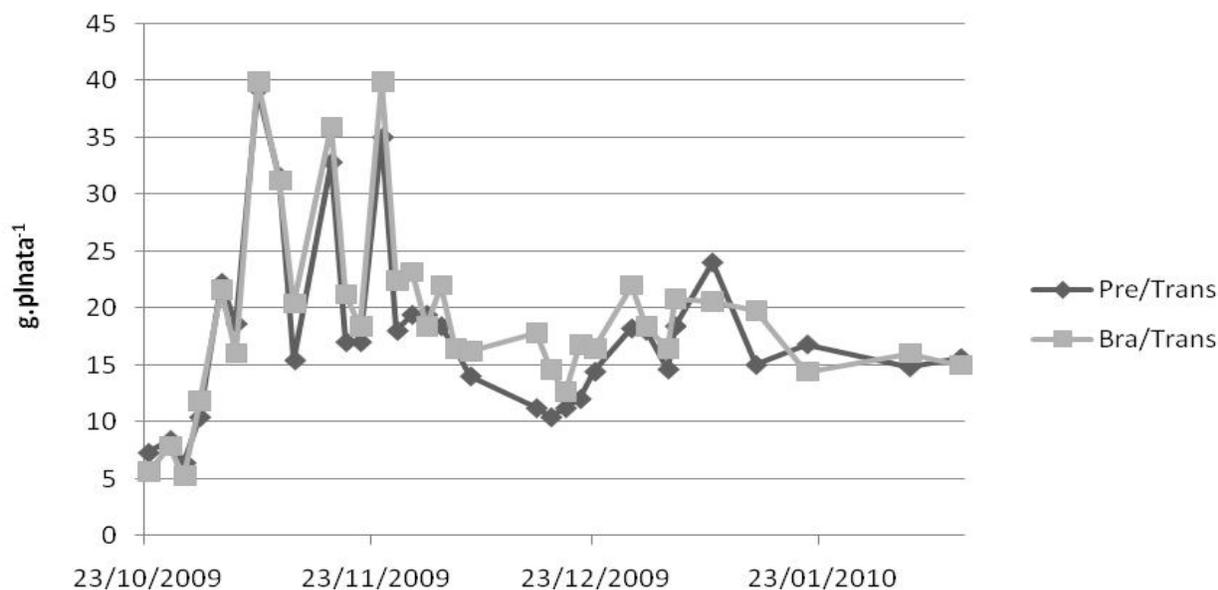


Figura 14. Produção do moranguero com cobertura dos túneis com plástico transparente e do solo com filmes de cor branca e preta, no período de 23 de outubro de 2009 a 11 fevereiro de 2010. Caxias do Sul, RS, 2010.

Conclusão

Verificou-se que o uso de plásticos reflexivos na produção de morangos apresenta vantagem para o aumento da produtividade, sendo prática recomendada para a região mais fria do Estado do Rio Grande do Sul, com possibilidades de apresentar bons resultados em outras regiões devido à maior reflexão da radiação, principalmente em períodos de baixa disponibilidade radiação solar.

Referências

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Fragole, i produttori brasiliani mirano all' esportazione in Europa. **Frutticoltura**, Bologna, v. 69, p. 60-65, 2007.

HAYNES, R. J. The use of polyethylene mulches to change soil microclimate as revealed by enzyme activity and biomass nitrogen, sulphur and phosphorus. **Biology and Fertility of Soil**, v. 5, n. 3, p. 235-40, 1987.

LIAKATAS, A.; CLARK, J. A.; MONTEITH, J. L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 36, p. 227-39, 1986.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; RADIN, B. Técnicas de proteção da cultura do morangueiro com filmes plásticos de polietileno de baixa densidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 1., 2004, Pelotas. **Palestras... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004.** (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

REISSER JÚNIOR, C.; BERGAMASCHI, H.; RADIN, B.; BERGONCI, J. I. Alterações morfológicas do tomateiro em resposta à redução de radiação solar em ambientes de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 7-14, 2003

STRECK, N. A.; SCHNEIDER, P. M.; BURIOL, G. A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 131-42, 1994.

Comunicado Técnico 260

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392, Km 78 - CEP 96010-971
Caixa Postal 403
Fone/fax: (53) 3275 8199
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

1ª edição
1ª impressão (2011): 50 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: *Ariano Martins de Magalhães Júnior*
Secretário-Executivo: *Joseane Mary Lopes Garcia*
Membros: *Márcia Vizzoto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovanni Theisen, Luis Antônio Suiça de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos*

Expediente

Supervisão editorial: *Antônio Luiz Oliveira Heberlé*
Revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*
Editoração eletrônica: *Camila Peres (estagiária)*