

Resposta do Morangueiro por Dois Ciclos Consecutivos: Influência da Cor dos Plásticos de Cobertura do Túnel Baixo e do Solo



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
306**

**Resposta do Morangueiro por Dois Ciclos
Consecutivos: Influência da Cor dos Plásticos
de Cobertura do Túnel Baixo e do Solo**

*Gerson Kleinck Vignolo
Carlos Reisser Junior
Luciano Picolotto
Roberta Kunde
Luis Eduardo Correa Antunes*

**Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2018**

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente
Enio Egon Sosinski

Secretário-Executivo
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Nathália Santos Fick (estagiária)

Foto capa
Paulo Lanzetta

1ª edição
Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

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 Clima Temperado

R434 Resposta do morangueiro por dois ciclos consecutivos:
influência da cor dos plásticos de cobertura do túnel
baixo e do solo / Gerson Kleinck Vignolo... [et al.]. -
Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.
26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 306)

1. Morango. 2. Cultivo protegido. 3. Plasticultura.
I. Vignolo, Gerson Kleinck. II. Série.

CDD 634.75

Sumário

Introdução.....8

Material e Métodos9

Resultados e Discussão12

Conclusões.....23

Agradecimentos.....23

Referências24

Resposta do Morangueiro por Dois Ciclos Consecutivos: Influência da Cor dos Plásticos de Cobertura do Túnel Baixo e do Solo

Gerson Kleinck Vignolo¹

Carlos Reisser Junior²

Luciano Picolotto³

Roberta Kunde⁴

Luis Eduardo Correa Antunes⁵

Resumo – Foi conduzido experimento no município de Pelotas-RS, em área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado (CPACT), durante os anos de 2011/2012 e 2012/2013, objetivando avaliar a produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos sob influência do tipo de túnel baixo e cor do *mulching* plástico. O experimento foi realizado em sistema de cultivo convencional utilizando túnel baixo e *mulching* plástico. As mudas, oriundas da Argentina, foram transplantadas no início de julho, colhendo-se as frutas até novembro do ano seguinte, totalizando 17 meses de ciclo. Avaliou-se o tipo de túnel baixo (túnel transparente todo ciclo; túnel leitoso todo ciclo; túnel transparente durante outono/inverno/primavera e leitoso no verão) e cor do *mulching* plástico (branco, prata e preto). Foram analisados parâmetros de desenvolvimento das plantas e de produção de morangos. No presente estudo, pôde-se concluir que, quanto à cobertura plástica do túnel baixo não influenciou a produção total de frutas, sendo recomendado o uso de túnel transparente. Por outro lado, a produção de frutas foi fortemente influenciada pela cor do *mulching* plástico, verificando-se que o *mulching* branco propicia aumento da produção

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, consultor autônomo, Pelotas, RS.

² Engenheiro agrícola, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC.

⁴ Engenheira ambiental, doutora em Agronomia.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

e qualidade de frutas comparativamente ao *mulching* preto, que é utilizado pela maioria dos produtores.

Termos para indexação: cultivo protegido, dias neutros, ciclo longo, produtividade.

Strawberry Response to Two Consecutive Cycles: Influence of the Color of the Plastic Cover of Low Tunnel and Soil

Abstract – An experiment was carried out in Pelotas, state of Rio Grande do Sul, in an experimental area belonging to Embrapa Temperate Agriculture (CPACT) during the years 2011/2012 and 2012/2013, aiming to evaluate the production of strawberries during two consecutive cycles below the influence of the low tunnel cover type and color of the plastic of the soil cover. The experiment was conducted in a conventional cultivation system, using plastic mulch in a low plastic tunnel. The seedlings from Argentina were transplanted in early July, harvest occurred until November of the next year, totaling 17 months of cycle. The treatments were: low tunnel types (transparent plastic during all cycle; white tunnel during all cycle; and transparent tunnel during autumn/winter/spring but white on summer) and plastic *mulching* colors (white, silver and black). Parameters of development and production and fruit were analyzed. In the present study, it can be concluded that the plastic cover of the low tunnel type, did not influence the total fruit production, being recommended the use of transparent tunnel. On the other hand, fruit production was strongly influenced by the the *mulching* color, and it was verified that white *mulching* leads to an increase in yield compared to the black *mulching* used by most producers.

Index terms: protected cultivation, day neutral, long cycle, yield.

Introdução

A cultura do morangueiro é normalmente cultivada em ciclo anual, devido à maior incidência de doenças e menor produtividade no segundo ciclo produtivo, eliminando-se as plantas em dezembro, após o cultivo durante seis a oito meses, dependendo da data de plantio (Resende et al., 2010; Vignolo et al., 2011). Porém, estudos recentes têm demonstrado a possibilidade de produção de frutas por dois ciclos consecutivos, totalizando 17 meses de cultivo. Essa é uma tecnologia recente, que está sendo utilizada por alguns produtores com o objetivo de reduzir custos. Entretanto, a principal vantagem é a possibilidade de produzir frutas durante todo o ano, obtendo melhores preços pelo morango, devido à produção em meses com escassez de frutas no mercado (Teixeira et al., 2013; Antunes et al., 2014; Brugnara et al., 2014).

O túnel baixo transparente está sendo utilizado há vários anos com sucesso na cultura do morangueiro, com amplo conhecimento do comportamento das plantas sob esse tipo de plástico (Resende et al., 2010; Vignolo et al., 2011; Oliveira et al., 2011; Schmitt et al., 2012), porém existe outro tipo de plástico, conhecido como leitoso ou opaco, que tem a função de diminuir a temperatura do ar nas épocas mais quentes do ano. Entretanto, esse tipo de plástico reduz a radiação incidente nas folhas, podendo ser constatada diminuição de produção, se comparado ao uso do plástico transparente (Reisser Júnior et al., 2011; Brugnara et al., 2014).

Uma das práticas culturais mais importantes para a cultura do morangueiro é a utilização de cobertura do solo (*mulching*), que consiste na aplicação de qualquer cobertura na superfície do solo que forme uma barreira física à transferência de energia e vapor d'água entre o solo e a atmosfera (Strassburger et al., 2009). O *mulching* é a tecnologia usada para a cobertura de canteiros de morangueiro com a finalidade de proteger o solo, manter a umidade, melhorar o aproveitamento de fertilizantes, reduzir a infestação de plantas daninhas e evitar o contato direto do morango com o solo (Ueno, 2014). Diversos materiais vegetais podem ser utilizados para a cobertura do solo, como a casca de arroz, acícula de pínus, palha de milho triturada, entre outros, porém a cobertura plástica proporciona maior produtividade às plantas de morangueiro do que esses materiais citados (Mathad; Jhologiker, 2005).

O plástico de cor preta é o mais comumente usado (Schmitt et al., 2012; Pereira et al., 2013), porém diversos autores estudaram a influência da cor da cobertura plástica do solo no desenvolvimento e produtividade de plantas de morangueiro, podendo ser utilizados plásticos de cor branca, prata, vermelha, verde, azul, além do plástico transparente (Mohamed, 2002; Medina et al., 2009; Casierra-Posada et al., 2011; Yuri et al., 2012). A cor do plástico afeta sua temperatura e, conseqüentemente, a temperatura do solo, no qual influencia a produção e qualidade das frutas. O plástico branco proporciona menor temperatura do solo, porque reflete 85% da radiação solar e somente 1 a 2% da radiação é transmitida para o solo, sendo benéfico o uso dessa cor de plástico em épocas de temperaturas elevadas como no verão, pois temperaturas do solo acima de 31 °C inibem o crescimento radicular (Larson, 1994; Ochmian et al., 2007).

Relata-se como grande vantagem do uso dos *mulchings* branco e prata a maior refletividade da radiação. De acordo com Atkinson et al. (2006), plásticos que refletem maior quantidade de radiação proporcionam maior produção e qualidade de frutas, quando comparados ao plástico preto, devido à maior atividade fotossintética realizada pelas folhas, as quais recebem maior quantidade de luz.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a produção e qualidade de frutas de morangueiro durante dois ciclos consecutivos sob influência do tipo de plástico da cobertura do túnel baixo e do *mulching*.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante o período de julho de 2012 a novembro de 2013 na Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, localização geográfica de 31° 40' S e 52° 26' W, com 60 m de altitude. O solo da área experimental era argissolo vermelho eutrófico típico (Santos et al., 2006). A classificação do clima da região, conforme Köppen, é do tipo “cfa” – clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (Mota et al., 1986).

Utilizou-se no experimento a cultivar Aromas, classificada como cultivar de dia neutro. Utilizaram-se mudas de raízes nuas, não sendo efetuado nenhum tipo de poda do sistema radicular antes do plantio. As mudas foram padro-

nizadas conforme o diâmetro da coroa, sendo selecionadas apenas aquelas acima de 8 mm.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,20 m de altura. Foram utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1 m x 20 m e caminhos de 0,5 m. A correção do solo foi realizada conforme o resultado da análise química das amostras, levando-se em consideração as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para a cultura do morangueiro. Para a correção do pH, utilizou-se calcário dolomítico com PRNT de 98%. Após a adubação de base, instalou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com duas linhas de fitas gotejadoras em cada canteiro, com espaçamento entre gotejadores de 0,15 m. A irrigação das plantas foi realizada por gotejamento, sendo sua necessidade monitorada pelo método de tensão da água no solo, com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalado a 0,10 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo (0,01 MPa a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação foi feita semanalmente, por meio do sistema de irrigação.

A cobertura do solo foi realizada com plástico de 40 µm de espessura, colocado sobre os canteiros antes do transplante das mudas, sendo as cores do *mulching* branco, prata e preto. O transplante das mudas foi realizado no dia 09/07/2012. O espaçamento utilizado foi de 0,3 m x 0,3 m, com três fileiras de plantas em cada canteiro. Sobre cada canteiro de 20 m foram construídos três túneis baixos, com filme de polietileno de baixa densidade com 75 µm de espessura, sendo transparente ou leitoso, dependendo do tratamento. O plástico leitoso proporcionava aproximadamente 50% de sombreamento às plantas. A troca do plástico transparente pelo leitoso no verão, no tratamento com combinação dos dois tipos de túnel baixo, foi realizada no dia 17/12/2012; já a troca do túnel leitoso pelo transparente, no outono, ocorreu no dia 22/03/13. O controle do aumento excessivo da temperatura e renovação do ar no interior dos túneis foi realizado mediante a abertura lateral do plástico do túnel baixo nas primeiras horas da manhã e fechamento no entardecer. Em dias de chuva e/ou ventos fortes, foram mantidos parcial ou totalmente fechados.

Para a realização deste trabalho, foram coletados dados de temperatura do ar e do solo ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (UR%) e radiação fotossinteticamente ativa (PAR) ($\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$).

Foram consideradas as seguintes fases fenológicas da cultura e as determinações das seguintes variáveis da cultura:

- início da floração: considerado quando 50% das plantas apresentaram pelo menos uma flor aberta;
- início da frutificação: considerado quando 50% das plantas em cada subparcela apresentaram pelo menos uma fruta completamente madura;
- início do estolonamento: considerado quando 50% das plantas em cada subparcela apresentaram pelo menos um estolão;
- emissão de estolões: durante todo o ciclo, foram contados todos os estolões emitidos pelas plantas e posteriormente colocados em estufa a 65°C para avaliação de massa seca dos estolões;
- massa seca de folhas: mensalmente, foram retiradas todas as folhas e separadas as mortas e doentes, então colocadas em sacos de papel devidamente identificado, sendo posteriormente levados para estufa a 65°C ;
- tamanho de fruta: foram avaliados o diâmetro e o comprimento das frutas com auxílio de paquímetro digital;
- massa fresca e número de frutos: as frutas foram colhidas com mais de 75% de coloração vermelha. Imediatamente após cada colheita, foram contadas e pesadas em balança digital. A massa média de fruta foi calculada pelo quociente entre a massa e o número de frutas obtidas em cada colheita.

A colheita das frutas iniciou em 4 de setembro de 2012, estendendo-se até 25 de novembro de 2013.

Os tratamentos experimentais constaram da combinação de dois fatores: túnel baixo (túnel transparente durante todo ciclo produtivo; túnel leitoso durante todo ciclo produtivo; túnel transparente durante outono/inverno/primavera e leitoso durante o verão) e cor do *mulching* plástico (branco, prata e preto). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas

subdivididas, com quatro repetições e nove plantas por subparcela. Os tipos de túnel baixo constituíram as parcelas e as cores de *mulching* as subparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para o desdobramento dos meses de produção de frutas com os fatores túnel baixo e *mulching*, os fatores foram considerados nas parcelas e os meses de produção nas subparcelas.

Resultados e Discussão

Desenvolvimento das plantas

A utilização de túnel baixo leitoso atrasou o início do estolonamento, da floração e da frutificação, ocorrendo aos 113, 38 e 68 dias após o transplante das mudas, respectivamente. Possivelmente, isso ocorreu devido à pouca radiação média verificada nos primeiros meses do ciclo sob o túnel leitoso, sendo de apenas $309 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 1), valor inferior ao considerado como mínimo para o adequado desenvolvimento das plantas de morangueiro. Demirsoy et al. (2007), utilizando mesma porcentagem de sombreamento do que no presente estudo (50%), constataram cinco e sete dias de atraso no início da floração e frutificação em plantas sombreadas, respectivamente, corroborando com resultados observados por Singh et al. (2012).

O túnel transparente beneficiou o desenvolvimento das plantas no início do ciclo, pois adiantou a floração em três dias e a frutificação em cinco dias, comparativamente ao túnel leitoso (Tabela 1). Além da maior radiação incidente nas plantas sob esse tipo de túnel, a temperatura do solo também pode ter proporcionado precocidade de produção, pois observou-se superioridade de $1,8 \text{ }^\circ\text{C}$ em agosto sob o túnel transparente, comparativamente ao túnel leitoso (Figura 1A). Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, Singh et al. (2012), avaliando variáveis meteorológicas sob túnel baixo com e sem sombreamento, verificaram decréscimo da temperatura do solo em $2,6 \text{ }^\circ\text{C}$ e $2,2 \text{ }^\circ\text{C}$ sob 75% e 50% de sombreamento, respectivamente.

Tabela 1. Período transcorrido para início da floração, frutificação e estolonamento em morangueiro, em função do tipo de túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

| Túnel baixo | Estolonamento | Floração | Frutificação |
|-----------------|---------------------|------------------|------------------|
| | Dias após o plantio | | |
| Transparente | 75 b | 35 b | 63 b |
| Leitoso | 113 a | 38 a | 68 a |
| <i>Mulching</i> | | | |
| Branco | 96 ^{ns} | 38 ^{ns} | 67 ^{ns} |
| Prata | 100 | 36 | 64 |
| Preto | 87 | 37 | 65 |
| CV% | 15,6 | 7,9 | 5,1 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Possivelmente, essa precocidade obtida sob túnel transparente deva-se realmente à maior temperatura do solo e disponibilidade de radiação para as plantas, pois houve pouca variação da temperatura do ar entre os dois tipos de túnel baixo nos primeiros meses do ciclo (Figura 1C). De acordo com Atkinson et al. (2006), as maiores variações de temperatura entre os tratamentos ocorrem nos meses mais quentes e de maior radiação, corroborando com o presente estudo, no qual o túnel transparente proporcionou aumento médio de 0,4 °C nos meses de agosto, setembro e outubro, alcançando aumento médio de 0,8 °C nos meses de novembro e dezembro. Nos meses de março e abril, assim como nos meses posteriores, os túneis foram mantidos mais fechados, durante o dia, do que em janeiro e fevereiro, o que propiciou elevação da temperatura média do ar, do túnel transparente, de 0,5 °C e 0,6 °C nos meses de março e abril, respectivamente.

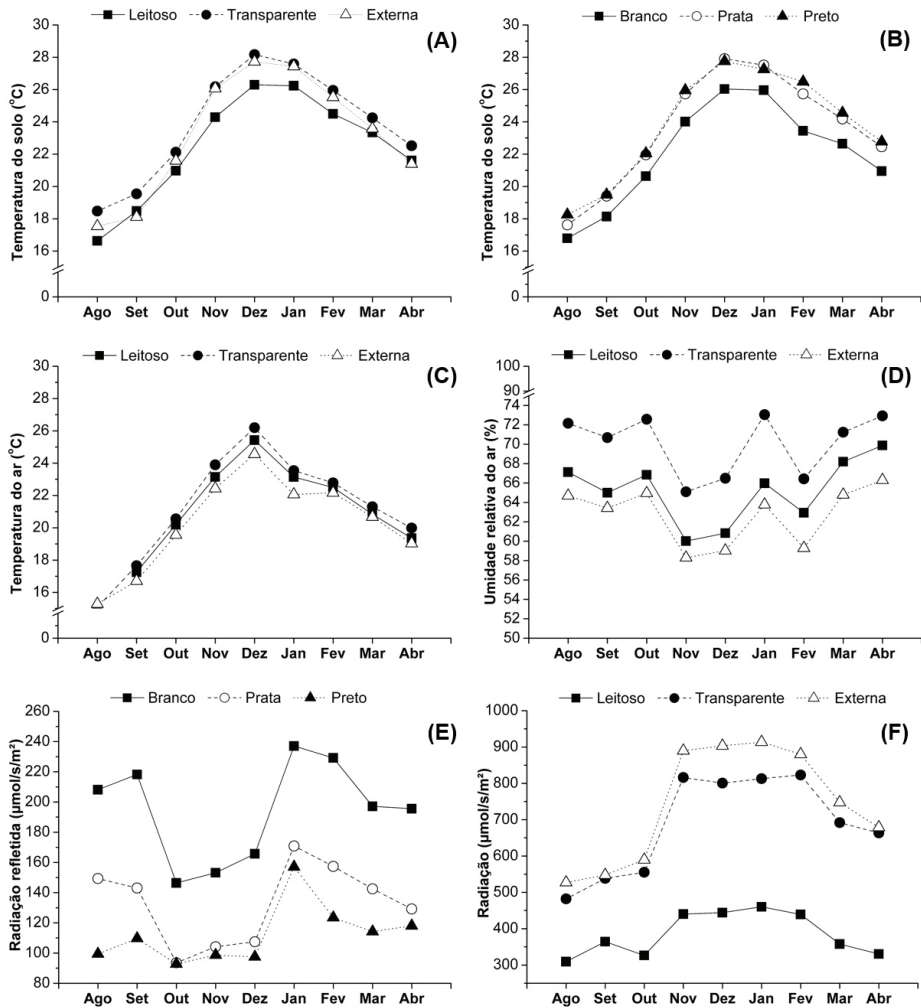


Figura 1. Temperatura média do solo em função do tipo de túnel baixo (A) e cor do *mulching* plástico (B); temperatura média do ar (C) e umidade relativa do ar sob diferentes tipos de túnel baixo (D); radiação refletida em função da cor do *mulching* (E) e radiação incidente sob diferentes tipos de túnel baixo (F). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

Embora não tenham sido verificadas diferenças importantes na temperatura do ar entre os túneis baixos no início do ciclo, sabe-se que essa variável tem grande influência no estágio fenológico das plantas. Em estudo realizado por Crespo et al. (2009), foi verificado atraso no início da colheita de frutas em campo aberto, comparativamente ao túnel baixo, que elevou a temperatura média do ar em 3 °C.

A maior umidade relativa do ar verificada sob túnel baixo transparente pode ter propiciado melhor desenvolvimento às plantas (Figura 1D), pois plantas de morangueiro possuem grande quantidade de estômatos, perdendo água facilmente para o ambiente, pela transpiração. Dependendo da demanda evaporativa da atmosfera no ambiente, a taxa de perda de água pela planta pode ser maior que a taxa de reposição, mesmo em condições de plena disponibilidade de água no solo, conseqüentemente, as elevadas umidades relativas do ar ocorridas no interior do túnel transparente contribuem para que as plantas se mantenham sempre túrgidas (Monteiro et al., 2002).

O número de estolões emitidos nas plantas sob túnel transparente (9,1) foi superior aos demais tratamentos, sendo constatados os menores valores no túnel leitoso (4,4) (Tabela 2). A temperatura do ar influencia fortemente a emissão de estolões, pois quando a temperatura começa a se elevar, no início do verão, as plantas iniciam a fase de propagação vegetativa, produzindo grande quantidade de estolões (Resende et al., 1999). Entretanto, devido à pouca diferença verificada na temperatura média do ar entre o túnel transparente e o leitoso, acredita-se que a maior emissão de estolões sob o túnel transparente ocorra principalmente em virtude dos maiores níveis de radiação incidente nas plantas cultivadas sob esse tipo de túnel baixo (Figura 1F). Para a variável massa seca de estolões, verificou-se comportamento similar, com superioridade das plantas sob túnel transparente, no entanto, o tratamento em que se utilizou túnel transparente nas épocas de menor temperatura e radiação (outono, inverno e primavera), combinado com o túnel leitoso no verão, não diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 2. Número de estolões (NE), massa seca de estolões (MSE) e de folhas (MSF) em função do tipo de túnel baixo e cor do *mulching* plástico em morangueiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

| Túnel baixo | NE | MSE (g) | MSF (g) |
|----------------------|-------|-------------------|--------------------|
| Transparente | 9,1 a | 8,7 a | 90,6 a |
| Transparente/Leitoso | 6,7 b | 7,0 ab | 82,3 ab |
| Leitoso | 4,4 c | 4,9 b | 71,1 b |
| <i>Mulching</i> | | | |
| Branco | 5,2 b | 5,7 ^{ns} | 77,9 ^{ns} |
| Prata | 7,4 a | 7,1 | 82,4 |
| Preto | 7,6 a | 7,8 | 83,7 |
| CV% | 24,3 | 31,4 | 14,2 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

As plantas sob túnel transparente obtiveram maior massa seca de folhas (90,6 g) do que no túnel leitoso (71,1 g), porém sem diferir do tratamento em que houve combinação dos dois tipos de túnel baixo, demonstrando que as maiores radiações e temperaturas verificadas no túnel transparente propiciaram melhor desenvolvimento das plantas (Figuras 1C e 1F). Embora tenha sido constatada pouca variação na temperatura média do ar entre os dois tipos de túnel baixo durante os meses avaliados, em alguns dias do verão ocorreram variações superiores a 2°C nos horários mais quentes (Figura 2). Demirsoy et al. (2007) realizaram estudo para avaliar a influência do sombreamento no crescimento e produtividade do morangueiro, no qual avaliaram plantas cultivadas em campo aberto e sob estufa plástica sem e com sombreamento (50%). Esses autores observaram que as plantas cultivadas dentro da estufa plástica, mesmo as que permaneceram sob 50% de sombreamento, emitiram maior quantidade de folhas, comparativamente às plantas em campo aberto, demonstrando que essa variável é mais influenciada pela temperatura do ar do que pela radiação.

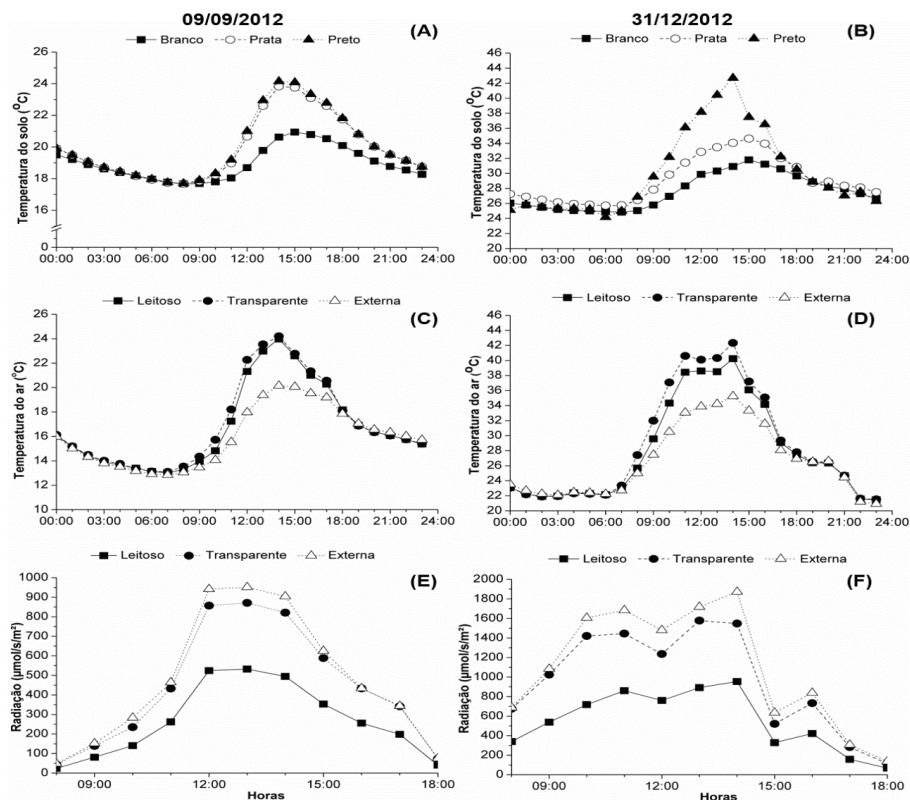


Figura 2. Temperatura do solo em função da cor do *mulching* plástico (A e B), temperatura do ar (C e D) e radiação incidente (E e F) sob diferentes tipos de túnel baixo em morangueiro durante os dias 09/09/2012 e 31/12/2012. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

No entanto, a produção de frutas não foi influenciada pela maior quantidade de folhas emitidas nas plantas sob túnel transparente (Tabela 3), possivelmente devido aos maiores teores de clorofila obtidos em plantas sombreadas, compensando o menor número de folhas (Singh et al., 2012; Casierra-Posada et al., 2014). Esses autores avaliaram o teor de clorofila de folhas de morangueiro sob diferentes níveis de sombreamento, e observaram que plantas sob 70% de sombreamento obtiveram aproximadamente o dobro de clorofila do que o tratamento sem sombreamento.

As cores do *mulching* plástico influenciaram apenas o número de estolões por planta, sendo inferior no *mulching* branco (5,2), em comparação com o

prata (7,4) e o preto (7,6) (Tabela 2), em que se pode relacionar as menores temperaturas do solo verificadas sob *mulching* branco (Figura 1B). A maior emissão de estolões sobre os *mulchings* prata e preto ocasiona prejuízos para o cultivo, pois, além de diminuir a produção de frutas, aumenta o custo do cultivo para retirada dessas estruturas (Lyu et al., 2014).

Embora a quantidade de folhas não tenha diferido entre os tratamentos de *mulching* no presente estudo, Atkinson et al. (2006) constataram menor número de folhas em plantas sob *mulching* com maior refletividade da radiação, devido principalmente à menor temperatura do ar obtida acima da cobertura plástica do solo; no entanto, segundo Nestby et al. (2007), o maior conteúdo de clorofila em folhas produzidas em plantas sobre *mulching* branco compensam esse menor número de folhas por planta.

Produção de frutas

Pode-se observar, na Tabela 3, que o número e massa de frutas por planta e massa média de fruta não foram influenciadas pelo tipo de túnel baixo. Corroborando com o presente estudo, Brugnara et al. (2014), avaliando o desempenho de cultivares de morangueiro sob plástico transparente e leitoso, não verificaram diferença significativa entre os tipos de túnel para a cultivar Aromas, observando produção de 748,7 g de frutas⁻¹ sob o túnel leitoso e 610,3 g de frutas⁻¹ sob o túnel transparente. Singh et al. (2012) observaram incremento da produção de frutas no verão utilizando 50% de sombreamento, diferentemente do que ocorreu no inverno, quando as plantas mais produtivas foram cultivadas sem sombreamento.

Por outro lado, Demirsoy et al. (2007) relataram diminuição da produção de frutas em plantas sombreadas, devido à redução da radiação. Rosa et al. (2014), avaliando a produção e qualidade de frutas de morangueiro sob 50% de sombreamento, verificaram comportamento semelhante ao trabalho citado, ou seja, menor número e massa de frutas nas plantas sombreadas, comparativamente àquelas cultivadas a céu aberto. Vale ressaltar que esses autores realizaram as colheitas somente até novembro, não observando a influência do sombreamento nos meses de maiores radiações e temperaturas.

Com relação à cor do *mulching*, observa-se que o plástico branco influenciou positivamente as variáveis produtivas, apresentando 142,1 frutas

e 1.571,1 g por planta (Tabela 3). Nas demais cores de *mulching*, não foram verificadas diferenças significativas, proporcionando 1.346,5 e 1.242,6 g de frutas por planta no plástico prata e preto, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados em estudo realizado para avaliar a produção de frutas e desenvolvimento de plantas de morangueiro em coberturas plásticas do solo com diferentes refletividades da radiação, no qual verificou-se que os *mulchings* que mais refletem a radiação (*mulchings* claros) proporcionaram maior número e massa de frutas por planta do que o *mulching* preto (Atkinson et al., 2006). Segundo esses autores, o *mulching* plástico reflete maior quantidade de radiação no início do ciclo, devido ao menor porte das plantas; por outro lado, à medida que as plantas crescem, existe maior quantidade de folhas para interceptar a radiação, diminuindo assim a área do *mulching* que recebe radiação direta, corroborando com os dados do presente estudo, no qual houve maiores radiações refletidas nos meses de agosto e setembro do que de outubro a dezembro (Figura 1E). No mês de janeiro, houve necessidade de retirada de grande quantidade de folhas para diminuição de inóculo de doenças, ocasionando maior exposição do *mulching* à radiação direta com consequente aumento da radiação refletida.

Embora o *mulching* prata não tenha diferido do preto no presente estudo, Mohamed (2002), testando diferentes cores de *mulching* plástico, observaram que o *mulching* prata proporcionou maior produção precoce e total, além de massa média de frutas superior ao verificado com *mulching* preto. A massa média de fruta não foi influenciada no presente estudo por nenhum dos tratamentos, sendo de 10,8 g por fruta. Vale ressaltar que esse resultado demonstra boa qualidade de fruta, principalmente devido ao longo ciclo produtivo (15 meses), pois, quanto maior o período de produção, menor a massa média ao final do cultivo. A massa média de fruta da cultivar Aromas relatada na literatura varia de 7 g a 16 g (Camargo et al., 2010; Oliveira et al., 2011; Radin et al., 2011), sendo que, nos estudos citados, foi avaliada por apenas um ciclo.

Tabela 3. Número de frutas por planta (NFP), massa de frutas por planta (MFP) e massa média de fruta (MMF) em morangueiro, em função do tipo de túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

| Túnel baixo | NFP | MFP (g) | MMF (g) |
|----------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|
| Transparente | 129,7 ^{ns} | 1.380,8 ^{ns} | 10,8 ^{ns} |
| Transparente/Leitoso | 133,3 | 1.433,5 | 10,8 |
| Leitoso | 125,7 | 1.345,9 | 10,9 |
| <i>Mulching</i> | | | |
| Branco | 142,1 a | 1.571,1 a | 11,1 ^{ns} |
| Prata | 127,7 b | 1.346,5 b | 10,7 |
| Preto | 118,9 b | 1.242,6 b | 10,7 |
| CV% | 8,8 | 9,9 | 4,1 |

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Independentemente do tipo de túnel baixo e cor de *mulching* utilizado, o pico de produção ocorreu em novembro de 2012, constatando-se os menores valores em junho de 2013 (Tabela 4). Geralmente, o pico de produção das cultivares de dias neutros ocorre em novembro, devido ao plantio tardio das mudas dessas cultivares realizado em junho ou julho (Oliveira; Scivittaro, 2006). Já a baixa produção no mês de junho deve-se à diminuição da temperatura e do fotoperíodo a partir do outono, diminuindo a atividade fisiológica e determinando o início do estado de dormência nas plantas (Bosc et al., 2013).

Comparando-se os tipos de túnel baixo em cada mês de colheita, observa-se que o tratamento combinando túnel transparente/leitoso apresentou igualdade ou superioridade aos demais tipos de túnel em todos os meses de avaliação; por outro lado, o túnel leitoso prejudicou a produção de frutas nos meses de novembro de 2012, e julho e outubro de 2013. Já o túnel transparente ocasionou diminuição da produção nos meses de fevereiro e outubro de 2013 (Tabela 4). Cabe salientar que as menores produções observadas em julho sob túnel leitoso devem-se principalmente à pouca radiação disponível para as plantas nesse tratamento durante o inverno; em contrapartida, o excesso de radiação detectado no tratamento com túnel transparente reduziu a produção em fevereiro (Figura 1F). Pode-se observar, na Figura 2, que no dia 31 de dezembro a radiação aproximou-se de 2.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, assim como ocorreu em diversos outros dias do verão; no entanto, o ponto de

saturação de luz para o morangueiro encontra-se entre 1.000 e 1.400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Carlen et al., 2009). Vale ressaltar que o túnel leitoso proporcionou produções elevadas durante os meses de temperaturas e radiações mais elevadas, no entanto, superou o túnel transparente apenas em fevereiro.

O *mulching* branco foi altamente benéfico à produção de frutas, sendo superior às demais cores, de novembro de 2012 a abril de 2013, além de proporcionar maior produção que o *mulching* preto em outubro de 2013, sem diferir do plástico prata. Os melhores resultados utilizando-se o *mulching* branco devem-se principalmente a sua maior refletividade da radiação, verificando-se, em alguns meses, o dobro de radiação refletida em relação ao *mulching* preto (Figura 1E). No entanto, deve-se conhecer os fatores climáticos do local onde será realizado o cultivo, pois, em algumas regiões com elevada radiação incidente, os *mulchings* plásticos com alta refletividade podem ser prejudiciais para as plantas, como relatado em estudo realizado na Colômbia, no qual verificou-se menores produções e qualidade de frutas com *mulching* prata, constatando-se queima de folhas devido ao excesso de radiação refletida (Casierra-Posada et al., 2011).

Adicionalmente, as maiores produções sob *mulching* branco nos meses mais quentes possivelmente estejam relacionadas às menores temperaturas médias do solo, diminuindo em até 3 °C, comparativamente ao *mulching* preto (Figura 1B). O *mulching* branco proporciona menores temperaturas do solo devido à refletividade de 85% da radiação incidente, diferentemente do *mulching* preto, que absorve praticamente toda radiação, transformando-a em energia térmica e transferindo praticamente toda essa energia para o solo por condução (Medina et al., 2009). Em diversos dias do verão, foram constatadas temperaturas do solo acima de 40 °C sob o *mulching* preto, enquanto que no branco raramente verificaram-se temperaturas acima de 30 °C (Figura 2B). Sabe-se que temperaturas do solo acima de 31 °C inibem o crescimento radicular, podendo prejudicar a absorção de água e nutrientes (Larson, 1994).

Além disso, deve-se salientar que o *mulching* branco não prejudicou a produção de frutas durante os meses mais frios, contrariando estudo realizado para testar diferentes cores de *mulching* plástico (Yuri et al., 2012). Esses autores alegam que, durante o inverno, a utilização de *mulching* preto proporciona melhor desenvolvimento das plantas, devido à maior absorção

de calor e, conseqüentemente, maior aquecimento do solo. No entanto, não foram observadas grandes variações na temperatura do solo utilizando-se diferentes cores de *mulching* nos meses mais frios, corroborando com Atkinson et al. (2006), que afirmam que as maiores variações ocorrem no verão, decrescendo ao longo do ano.

Tabela 4. Massa de frutas por planta em função do tipo de túnel baixo e cor do *mulching* plástico durante o ciclo produtivo de 15 meses em morangueiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

| Mês | Túnel baixo | | |
|---------------|--------------|--------------------------|----------|
| | Transparente | Transparente/ Leitoso | Leitoso |
| Setembro 2012 | 53,5 cA | 52,6 eA | 36,7 eA |
| Outubro | 64,0 cA | 64,2 eA | 51,6 dA |
| Novembro | 220,1 aA | 225,6 aA | 175,5 aB |
| Dezembro | 111,9 bA | 13,4 cA | 144,9 bA |
| Janeiro 2013 | 116,6 bA | 129,2 cA | 144,4 bA |
| Fevereiro | 94,2 cB | 116,1 cA | 137,4 bA |
| Março | 72,0 cA | 64,3 eA | 56,7 dA |
| Abril | 83,1 cA | 86,2 dA | 98,0 cA |
| Maio | 59,9 cA | 60,3 eA | 70,8 dA |
| Junho | 10,2 dA | 21,7 fA | 10,1 eA |
| Julho | 84,0 cA | 86,0 dA | 33,8 eB |
| Agosto | 134,1 bA | 127,7 cA | 111,4 cA |
| Setembro | 78,5 cA | 82,6 dA | 70,8 dA |
| Outubro | 129,5 bB | 154,1 bA | 116,6 cB |
| Novembro | 69,2 cA | 49,0 eA | 86,5 dA |
| CV% | | 36,4 | |
| Mês | Branco | Prata | Preto |
| Setembro 2012 | 46,2 dA | 48,3 cA | 48,3 cA |
| Outubro | 75,6 cA | 57,3 cA | 47,0 cA |
| Novembro | 240,5 aA | 201,2 aB | 179,5 aB |
| Dezembro | 146,6 bA | 121,2 bB | 102,4 bB |
| Janeiro 2013 | 157,9 bA | 117,0 bB | 114,6 bB |
| Fevereiro | 136,0 bA | 108,5 bB | 103,1 bB |

Continua...

Continuação Tabela 4.

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| Março | 91,7 cA | 61,0 cB | 60,3 cB |
| Abril | 116,2 bA | 84,1 cB | 67,0 cB |
| Mai | 73,0 cA | 56,4 cA | 61,6 cA |
| Junho | 18,3 dA | 11,2 dA | 12,4 dA |
| Julho | 80,8 cA | 66,3 cA | 56,7 cA |
| Agosto | 128,6 bA | 123,3 bA | 121,4 bA |
| Setembro | 68,9 cA | 74,4 cA | 88,6 bA |
| Outubro | 146,0 bA | 141,7 bA | 112,5 bB |
| Novembro | 64,1 cA | 74,1 cA | 66,5 cA |
| CV% | | 37,0 | |

Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusões

A cor do plástico de cobertura do túnel baixo não influencia a produção total de frutas durante dois ciclos consecutivos na região de Pelotas-RS, sendo desnecessária a substituição do túnel transparente pelo leitoso no verão. Sua influência parece haver somente na mudança do ciclo fenológico da cultura.

O uso de *mulching* branco na cobertura de canteiros proporciona redução do número de estolões e maior número de frutos por planta, o que reflete em maior produtividade das plantas sem influir no tamanho delas. A maior influência do *mulching* branco sobre a produção ocorre nos meses de novembro a abril.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas (Ufpel), pela oportunidade de participação no curso de pós-graduação. À Capes, pela concessão de bolsas de estudos de pós-graduação. Ao CNPq, pelo apoio financeiro, mediante custeio via Edital Universal e bolsas de pós-graduação e produtividade em pesquisa (PQ). Aos bolsistas e estudantes que nos auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- ANTUNES, M. C.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MOGOR, A. F.; RESENDE, J. T. V. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 168-173, 2014.
- ATKINSON, C. J.; DODDS, P. A. A.; FORD, Y. Y.; MIE, J. L.; TAYLOR, J. M.; BLAKE, P. S. 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**, v. 97, p. 429-441, 2006.
- BOSC, J. P. Effect of two diurnal temperatures during simulated natural chilling of 'Gariguette' strawberry. **Journal of Berry Research**, v. 3, n. 4, p. 213-216, 2013.
- BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P.; VERONA, L. A. F.; SCHWENGER, J. E.; ANTUNES, L. E. C. Desempenho do morangueiro sob filme de polietileno transparente e leitoso. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 27, n. 1, p. 66-70, 2014.
- CARLEN, C.; POTEI, A. M.; ANÇAY, A. Photosynthetic response of strawberry leaves to changing temperatures. **Acta Horticulturae**, v. 838, p. 73-76, 2009.
- CASIERRA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 407-413, 2011.
- CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J. E.; ZAPATA-CASIERRA, E. Pigments and light quality in strawberry leaves (*Fragaria* sp.) exposed to different light quality. **Revista Actualidad e Divulgación Científica**, v. 17, n. 1, p. 87-94, 2014.
- CRESPO, P.; ANÇAY, A.; CARLEN, C.; STAMP, P. Strawberry cultivar response to tunnel cultivation. **Acta Horticulturae**, v. 838, p. 77-82, 2009.
- DEMIRSOY, L.; DEMIRSOY, H.; UZUM, S. The effects of different periods of shading on growth and yield in 'Sweet Charlie' strawberry. **European Journal of Horticultural Science**, v. 72, n. 1, p. 26-31, 2007.
- LARSON, K. D. Strawberry. In: SCHAFFER, B.; ANDERSON, P. C. (Ed.). **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops: 1, Temperature crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 271-297.
- LYU, C.; YANG, W.; LI, K. Partial defoliation and runner removal affect runnering, fruiting, leaf photosynthesis and root growth in 'Toyonoka' strawberries for subtropical winter production. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, n. 5, p. 372-379, 2014.
- MATHAD, J. C.; JHOLGIKER, P. Effect of synthetic and organic mulches in improving growth, yield and quality of strawberry under subtropical ecosystem. **Acta Horticulturae**, v. 696, p. 323-326, 2005.
- MEDINA, Y.; GOSSELIN, A.; DESJARDINS, Y.; HARNOIS, R. Effect of plastic mulches on microclimate conditions, growth and yields of strawberry plants grown under high tunnels in northern canadian climate. **Acta Horticulturae**, v. 842, p. 139-142, 2009.
- MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas: realizações e programa de trabalho**. Pelotas: UFPEL, 1986.
- MOHAMED, F. H. Effect of transplant defoliation and mulch color on the performance of three strawberry cultivars grown under high tunnel. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 483-485, 2002.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. Filme plástico perfurado em túneis baixos cultivados com alfaca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 535-538, 2002.

NESTBY, R.; ANTONEN, M. J.; VERHEUL, M.; KARJALAINEN, R. Effect of fruit order, polyethylene mulch colour and early forcing on the fruit quality of tunnel-grown strawberry cv. 'Korona'. **European Journal of Horticultural Science**, v. 72, n. 4, p. 164–170, 2007.

OCHMIAN, I.; GRAJKOWSKI, J.; KIRCHHOF, R. Wpływ mulczowania gleby na plonowanie oraz jakość owoców truskawki odmiany 'Filon'. **Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ogrodnictwo**, v. 41, n. 383, p. 357-362, 2007.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 520–522, 2006.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; ROCHA, P. S. G. R. Produção de cultivares de morango, utilizando túnel baixo em Pelotas. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 625-631, 2011.

PIRES, R. C. de M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 471-425, 2006.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; STEINMETZ, S.; ALMEIDA, I. R.; RADIN, B. **Variações da temperatura do ar e do solo sob a influência de filmes plásticos de diferentes cores na produção do morangueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 260).

RESENDE, L. M. A.; MASCARENHAS, M. H. T.; PAIVA, B. M. Panorama da produção e comercialização do morango. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 198, p. 5-19, 1999.

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; KAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 185-189, 2010.

ROSA, A. D.; SILVA, D. F.; VILLA, F.; BUENO, T. F.; CORBARI, F.; LUCINI, J. Qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes condições de sombreamento e tipo de *mulching* no oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 2, p. 126-132, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306 p.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; JANISCH, D. I.; PICIO, M. D.; LERNER, M. A. Frigoconservação das pontas de estolões na produção de muda com torrão e frutas de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 955–961, 2012.

SINGH, A.; SYNDOR, A.; DEKA, B. C.; SINGH, R. K.; PATEL, R. K. The effect of microclimate inside low tunnels on off-season production of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 36–41, 2012.

STRASSBURGER, A. S.; MARTINS, D. S.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E.; PEIL, R. M. N.; PHILIPSEN, L. C. Sistema de produção de morangueiro: fatores que influenciam o manejo da irrigação. In: TIMM, L. C. (Ed.). **Morangueiro irrigado: aspectos técnicos e ambientais do cultivo**. Pelotas: UFPel, 2009. p. 30-50.

TEIXEIRA, R. P.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GARCIA, H. H.; GAMA, G. B. N. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga**, v. 18, p. 25-42, 2013.

VIGNOLO, G. K.; ARAÚJO, V. F.; KUNDE, R. J.; SILVEIRA, C. A. P.; ANTUNES, L. E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1755-1761, 2011.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 424-427, 2012.

Embrapa

Clima Temperado