



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

A COR DA COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO FAVORECE O CRESCIMENTO
VEGETATIVO, A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DE MINITOMATES?

VALDINEY JOSÉ DA SILVA

2018

VALDINEY JOSÉ DA SILVA

A COR DA COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO FAVORECE O CRESCIMENTO
VEGETATIVO, A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DE MINITOMATES?

Tese apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de
Pós-graduação em Agronomia – Doutorado, área de
concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de
“Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. Cláudio Ricardo da Silva

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S586c
2018 Silva, Valdiney José da, 1975
A cor da cobertura plástica do solo favorece o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade de minitomates? [recurso eletrônico] / Valdiney José da Silva. - 2018.

Orientador: Cláudio Ricardo da Silva.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2018.501>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Agronomia. 2. Tomate - Cultivo. 3. Polietileno. 4. Solo e clima. I. Silva, Cláudio Ricardo da, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

VALDINEY JOSÉ DA SILVA

A COR DA COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO FAVORECE O CRESCIMENTO VEGETATIVO, A PRODUÇÃO E A QUALIDADE DE MINITOMATES?

Tese apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Doutorado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. Roberto Terumi Atarassi	UFU
Prof. Dr. Gabriel Mascarenhas Maciel	UFU
Prof. Dr. Márcio José de Santana	IFTM
Prof. Dr. Júlio César Neves dos Santos	IFTM



Prof. Dr. Cláudio Ricardo da Silva
ICIAG – UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

SUMÁRIO

RESUMO	I
ABSTRACT	II
1 INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS	14
CAPÍTULO I: COBERTURAS PLÁSTICAS COLORIDAS: IMPACTOS SOBRE AS CULTURAS EM DIFERENTES LOCAIS E ÉPOCAS DE CULTIVO	22
RESUMO	22
ABSTRACT	23
1 INTRODUÇÃO	24
2 COBERTURAS PLÁSTICAS COLORIDAS	26
2.1 Propriedades ópticas de algumas coberturas plásticas coloridas	26
2.2 Cobertura preta	29
2.3 Cobertura preta/branca.....	29
2.4 Cobertura preta/prata	30
3 BENEFÍCIOS DO <i>MULCHING</i> NA ATIVIDADE AGRÍCOLA	31
3.1 Controle de plantas daninhas	31
3.2 Controle de pragas e doenças.....	32
3.3 Eficiência no uso de fertilizantes	34
3.4 Propriedades físicas e químicas do solo	34
3.5 Aquecimento do solo	35
3.6 Redução no consumo de água.....	38
3.7 Efeitos sobre as culturas	40
3.8 Outros benefícios	49
4 PRINCIPAIS PROBLEMAS DO USO DE COBERTURAS PLÁSTICAS	50
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52
CAPÍTULO II: COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO: IMPACTO DA COR NA PRODUTIVIDADE E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE MINITOMATES NO VERÃO/OUTONO	63
RESUMO	63

ABSTRACT.....	64
1 INTRODUÇÃO.....	65
2 MATERIAL E MÉTODOS	69
2.1 Local	69
2.2 Descrição dos genótipos	70
2.3 Delineamento experimental	70
2.4 Manejo do solo: correção da acidez e adubações	73
2.5 Manejo da cultura: pragas, doenças e plantas daninhas.....	74
2.6 Irrigação: sistema e manejo	74
2.7 Monitoramento da temperatura do solo	77
2.8 Avaliações de produtividade.....	78
2.9 Teor de sólido solúvel.....	79
2.10 Retorno econômico	79
2.11 Análises estatísticas	80
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
3.1 Condições meteorológicas e temperatura do solo.....	81
3.2 Influência das coberturas plásticas no cultivo do minitomate	88
4 CONCLUSÕES.....	97
REFERÊNCIAS.....	98

CAPÍTULO III: COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO – IMPACTOS DA COR NO CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E TEOR DE SÓLIDO SOLÚVEIS DE MINITOMATES NO INVERNO/PRIMAVERA..... 107

RESUMO..... 107

ABSTRACT..... 108

1 INTRODUÇÃO..... 109

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

2.2 Delineamento experimental

2.3 Retorno econômico

2.4 Manejo do solo: correção da acidez e adubações

2.5 Manejo da cultura: pragas, doenças e plantas daninhas.....

2.6 Irrigação: sistema e manejo

2.7 Monitoramento da temperatura do solo

2.8 Radiação solar refletida na faixa fotossintética ativa.....	124
2.9 Monitoramento da tensão de água no solo.....	125
2.10 Avaliações dos híbridos de minitomates	126
2.11 Teor de sólido solúvel.....	127
2.12 Análises estatísticas	127
3 Resultados e discussão.....	128
3.1 Condições meteorológicas	128
3.2 Impacto das colorações plásticas na temperatura do solo.....	130
3.3 Influência das coberturas plásticas no cultivo do minitomate	135
4 CONCLUSÕES.....	148
REFERÊNCIAS.....	149

RESUMO

SILVA, VALDINEY JOSÉ. **A cor da cobertura plástica do solo favorece o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade de minitomates?** 2018. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia¹.

Cobrir a superfície do solo com plásticos coloridos (*mulching*) modifica o microclima de cultivo e pode favorecer o desenvolvimento, produção e qualidade das culturas. Porém, os efeitos podem diferir entre culturas, locais e épocas de cultivo. O objetivo desse trabalho foi destacar as influências das colorações plásticas sobre várias culturas conduzidas em diferentes locais e épocas, além de avaliar o crescimento, a produtividade e o teor de sólido solúvel de minitomates cultivados sobre três colorações plásticas em condições de campo. Conduziram-se dois experimentos em épocas distintas, um no verão/outono (16 Jan. – 30 Abr.) e outro no inverno/primavera (23 Ago. – 29 Nov.) de 2017. Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Teve-se como o primeiro fator duas cultivares de minitomate, uma com hábito de crescimento determinado e a outra indeterminada. O outro fator foram três cores de cobertura plástica (preta, preta/prata e preta/branca) e a testemunha conduzida sem cobertura da superfície do solo. As parcelas foram compostas por 14 plantas conduzidas em fileiras duplas espaçadas de 0,3 x 0,7 x 1,3 m, sendo avaliadas as 10 plantas centrais. As temperaturas do solo sob as coberturas foram registradas em intervalos horários utilizando-se um coletor automático interligado a um multiplexador, no qual conectou-se um cabo termopar de cobre-constantan oriundo de cada parcela, instalado a 5,0 cm de profundidade. Avaliou-se, então, a temperatura do solo sob as coberturas, o diâmetro médio do caule, a altura das plantas, o tempo médio de florescimento e a produtividade e o teor de sólido solúvel do fruto de minitomate. Todos os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. A revisão mostra que a escolha da coloração plástica mais adequada ao crescimento e produtividade depende da cultura e das condições climáticas do local ou época de cultivo. Em ambos os experimentos foi registrada uma maior temperatura no solo coberto com as cores preta e preta/prata. No cultivo de verão/outono maior produtividade foi obtida com a cultivar de crescimento determinado utilizando a cor preta/prata, mas não foi encontrado efeito da cor ou presença da cobertura plástica no teor de sólidos solúveis. Para o cultivo de inverno/primavera, as duas cultivares avaliadas, inicialmente, apresentaram maiores alturas sobre a preta/prata, mas produtividade e teor de sólido solúvel foram mais elevados com a cor preta. Sugere-se avaliar outras cores de coberturas plásticas e novos materiais de minitomate cultivados em condições de campo.

Palavras-chave: Polietileno; propriedades ópticas; temperatura do solo; *Solanum lycopersicum*, sistema de cultivo.

¹ Orientador: Cláudio Ricardo da Silva – UFU.

ABSTRACT

SILVA, VALDINEY JOSÉ. **Does the color of the soil plastic cover impact the mini tomato vegetative growth, production and quality?** 2018. 157 p. Thesis (Ph.D in Agronomy) – Federal University of Uberlândia¹.

Covering the soil surface with colored plastics (*mulching*) modifies the microclimate and can increase the crops development, production and quality. However, the effects can differ among crops, location and growing season. The aim of this work was to highlight the influences of the colored plastics upon several cultures conducted in different site and season, besides evaluating the growth, production and solid soluble content of mini tomatoes tilled on three plastic colors in field condition. Two experiments were carried out at different times, one during the summer/fall (16 Jan. – 30 Apr.) and the other during the winter/spring (23 Aug. – 29 Nov.) of 2017. The experiments were conducted in randomized blocks, in a 2 x 4 factorial schemes, with four replications. The first factor was two cultivars of mini tomatoes, one with determined growth habit and the other, indeterminate. The other factor was three colors of plastic cover (black, black/silver and black/white) and the control without covering the soil surface. The plots were composed by 14 plants conducted in double rows spaced of 0.3 x 0.7 x 1.3 m, being evaluated the 10 central plants. The soil temperatures under the covers were recorded at hourly intervals using a data logger connected to a multiplexer, by using a copper-constantan thermocouple cable from each plot, installed at 5.0 cm depth. The soil temperatures underground covers, mean stem diameter, plant height, flowering mid time, productivity and the fruit soluble solids content were analyzed. All the results were submitted to variance analysis by F test, and if significant, the averages were compared by Tukey test at 0.05 of significance. The review shows that the choice of plastic coloration more fitting for growth and productivity depends of the crop and the climatic conditions of the site or growing season. In both experiments, higher temperature was recorded in the soil covered with black and black/silver colors. In the summer/autumn crop, higher yield was obtained with the determined growth cultivar using the black/silver color, but no effect of the color or the presence of the plastic cover was not found in the soluble solids content. For the winter/spring crop the two cultivars, showed greater heights on the black/silver, but higher productivity and soluble solids content with the black color. It is suggested to evaluate other colors of plastic cover and new mini tomatoes materials cultivated under field conditions.

Keywords: Polyethylene; optical properties; soil temperature; *Solanum lycopersicum*, cultivation system.

¹ Supervising: Cláudio Ricardo da Silva – UFU.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento populacional representa um grande desafio para as práticas agrícolas eficientes e sustentáveis. Não obstante ao aumento da demanda por alimentos, cresce também a pressão sobre os recursos naturais. Utilizar coberturas sobre a superfície do solo pode ser uma opção para aumentar a eficiência tanto do uso de recursos naturais cada vez mais escassos, como uma possibilidade de melhorar a produtividade e a qualidade das colheitas.

Essa técnica, conhecida também como *mulching*, utiliza diversos materiais para cobrir a superfície do solo. Quanto à origem, podem ser classificados em *orgânicos* ou *inorgânicos*, como os plásticos. Enquanto os materiais orgânicos representam opções de baixo custo, principalmente por possibilitar o uso de resíduos produzidos nas propriedades rurais, as coberturas plásticas apresentam alternativas para modificar o microclima de cultivo (SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015).

Nesse sentido, as coberturas plásticas somam benefícios que podem contribuir para o desenvolvimento das culturas e aumentar sua produtividade. Elas diminuem a evaporação do solo (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015; ZRIBI et al., 2015; KHAN et al., 2016), diminuem o consumo de água da cultura (ZHAO et al., 2012; LIMA et al., 2017), controlam eficientemente a maioria das plantas infestantes (ANIKWE et al., 2007; ANZALONE et al., 2010; CIRUJEDA et al., 2012), aumentam a absorção (KUMAR; DEY, 2011; LIU et al., 2015) e a eficiência do uso de nutrientes (FILIPOVIĆ et al., 2016), podem repelir insetos-pragas (SUWWAN et al., 1988; GREER; DOLE, 2003; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004), podem diminuir a incidência precoce de doenças causadas por vírus (DÍAZ-PÉREZ et al., 2003; DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007), podem reduzir doenças de solo (KATAN et al., 1976) e melhorar a sua agregação podendo proporcionar aumento na atividade microbiana e favorecer o crescimento de raízes (WANG et al., 2017).

Quando utilizadas colorações distintas, benefícios adicionais podem ser conseguidos, a depender das condições climáticas e da cultura. Além do efeito térmico (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986), as coberturas plásticas coloridas alteram a quantidade e a qualidade da luz refletida (NGOUAJIO; ERNEST, 2005; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015) e, de acordo com as propriedades ópticas características de

cada material (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), é possível melhorar o microambiente de luz e potencializar a fotossíntese, favorecendo o crescimento e desenvolvimento da cultura (DECOTEAU et al., 1988; KASPERBAUER, 1988). Com isso, pode-se ainda regular os processos fisiológicos da planta e atuar na sua partição fotossintética (KASPERBAUER, 1988; DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989), contribuindo também para o desenvolvimento dos frutos (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001).

Assim, várias colorações têm sido testadas, cada uma com suas vantagens e desvantagens. Em regiões de climas moderados, a preta pode ser uma opção para estender a estação de cultivo (STEINMETZ et al., 2016) devido à sua alta capacidade de absorver radiação solar e retransmiti-la ao solo como energia térmica ou radiação de onda longa. Por ter sido introduzida desde a década de 50 (LAMONT Jr, 2017), é uma das cores mais utilizadas. A branca ou preta/branca proporciona maior controle térmico do solo, principalmente sob alta incidência de radiação solar, além de aumentar a intensidade luminosa próximo ao dossel da planta. Podendo ser então uma opção para locais com temperaturas mais elevadas (STEINMETZ et al., 2016), bem como uma alternativa para melhorar o microambiente de luz e potencializar a fotossíntese contribuindo para o crescimento e desenvolvimento da planta (DECOTEAU et al., 1988). A prata ou preta/prata possui características ópticas intermediárias. Também tem sido utilizada como medida para auxiliar no controle de alguns insetos-praga devido ao seu efeito dissuasivo (SUWWAN et al., 1988; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004) e por diminuir a incidência precoce de doenças causadas por vírus (DÍAZ-PÉREZ et al., 2003; DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007). Já a vermelha também é utilizada em algumas culturas por promover maior produtividade e qualidade nas colheitas (FRANQUERA, 2011; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015).

Contudo, a intensidade das modificações feitas pelas colorações plásticas no microclima de cultivo está associada a fatores climáticos do local ou época de cultivo (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004; RIBAS et al., 2015). Então, pesquisas descrevem respostas distintas de várias culturas às colorações plásticas em diferentes locais e épocas, tanto para fatores de crescimento (DECOTEAU et al., 1988; DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1990; DÍAZ-PÉREZ et al., 2003; DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007; DÍAZ-PÉREZ, 2009; DÍAZ-PÉREZ, 2010; AHMAD et al., 2011; DANTAS et al., 2013; ZHANG et al., 2017) como para produtividade (BOGIANI et al., 2008; BAN et al., 2009;

FRANQUERA, 2011; YURI et al., 2012; LUCENA et al., 2013; YAGHI; ASLAN; NAOUM, 2013) ou qualidade das colheitas (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001; CASIERA-POSADA; FONSECA; VAUGHAN, 2011; CAMPAGNOL et al., 2014). A variação obtida com relação aos estudos realizados pode estar relacionada, principalmente, às interações entre as propriedades ópticas características de cada coloração utilizada com fatores ambientais distintos entre os locais ou épocas e tipo de cultura.

O tomateiro pode responder a pequenas mudanças no ambiente de luz induzidas pela cor da cobertura (DECOTEAU et al., 1988). Embora seja de origem climática com temperaturas moderadas e precipitação não muito intensa, pode se desenvolver em outros climas, permitindo cultivo em diversas regiões, sendo uma das principais hortaliças do mundo. Seu ciclo vegetativo é fortemente influenciado pela temperatura e intensidade luminosa (DIELEMAN; HEUVELINK, 1992), sendo que, quando baixa, a luminosidade aumenta a fase vegetativa e retarda o florescimento (SILVA; GIORDANO, 2000). Nesse sentido, o uso de coberturas plásticas coloridas sobre a superfície do solo pode ser uma opção para incrementar a produtividade.

Ademais, apesar de ser uma cultura exigente em água, o excesso favorece a ocorrência de doenças e afeta a qualidade dos frutos. Assim, o cultivo de tomate no período chuvoso é uma atividade de risco devido a problemas fitossanitários, exigindo maior número de pulverizações e tratamentos culturais, com o consequente aumento no custo de produção (YURI et al., 2016), além de queda na qualidade dos frutos. Porém, a dificuldade no cultivo diminui a oferta de frutos nesse período e a cotação do tomate tende a ser mais elevada (FILGUEIRA, 2013).

Dentre os tipos de tomates, o grupo dos minitomates representa uma opção com características desejáveis pelo mercado consumidor, apresentando aspecto, sabor e teores nutricionais elevados, o que possibilita agregar valor à sua produção (GOMES et al., 2014). Além do menor tamanho, uma das características principais desse grupo é apresentar maior teor de açúcar (SENTO-SÉ et al., 2014) quando comparado aos demais. Considerando o fato de os consumidores estarem cada vez mais exigentes por produtos diferenciados, a alta qualidade dos frutos tem contribuído para o seu crescimento (ABRAHÃO et al., 2011), tornando o cultivo promissor. Do ponto de vista do produtor, maior valor comercial e estabilidade de preços no momento da comercialização têm estimulado o crescimento da produção nos últimos anos (VARGAS et al., 2017).

Entretanto, como os demais grupos, o minitomate é suscetível às variações meteorológicas e fitossanitárias (MACIEL; SILVA, 2014), prevalecendo o cultivo em ambiente protegido (BEZERRA et al., 2018), de modo que os custos de produção são elevados (NEGRISOLI et al., 2015; ARAÚJO et al., 2016). Apesar disso, é uma opção bastante atrativa aos produtores (MACIEL et al., 2016), embora haja carência de pesquisas quanto ao seu manejo cultural (TAKAHASHI; CARDOSO, 2015; CANDIAN et al., 2017). Além disso, diversificar o sistema produtivo é uma das estratégias que pode manter a expansão do seu cultivo (PRECZENHAK, et al., 2014). Com isso, técnicas ou práticas que possam aumentar a produção e a qualidade dos frutos, facilitar o cultivo ou reduzir o custo de produção são importantes para obter maiores rendimentos (CAMPAGNOL et al., 2014). Impulsionados pelas exigências do mercado por produtos diferenciados e de alta qualidade, os produtores são estimulados a buscar novas tecnologias, assim como o aprimoramento das práticas de manejo (ABRAHÃO; VILLAS BÔAS; BULL, 2014).

Diferentes tecnologias são utilizadas para modificar as variáveis meteorológicas (ARAÚJO et al., 2016). Em condições de campo, o uso de coberturas plásticas sobre a superfície do solo (*mulching*) é uma alternativa de custo relativamente baixo que pode potencializar a produção e a qualidade de frutos. Em função dos seus benefícios e da praticidade de aplicação (YURI et al., 2012), o uso de coberturas plásticas tem ganhado destaque. Porém, a geração de resíduos plásticos e a dificuldade de remoção completa após colheita (CIRUJEDA et al., 2012) associada à persistência no ambiente estão entre os principais problemas. Mesmo para as versões degradáveis (ANZALONE, et al., 2010) há carência de conhecimento sobre os processos bioquímicos envolvidos na sua decomposição (STEINMETZ et al. (2016). Então, para garantir a sustentabilidade dos benéficos conseguidos, seu uso na agricultura deve ser consciente.

Nesse sentido, as propriedades das coberturas plásticas coloridas podem favorecer o cultivo de minitomate em campo e reduzir custos na produção. Baseado nos desafios atuais para uma agricultura eficiente e sustentável, este trabalho foi dividido em três capítulos com os seguintes objetivos: Capítulo I – revisão de literatura sobre o uso de coberturas plásticas coloridas em diferentes locais e culturas para destacar os benefícios proporcionados por essa técnica e a importância da escolha da cor para o desenvolvimento e produtividade de uma determinada cultura sob diferentes condições de temperatura e radiação solar; Capítulo II – verificar se a cor da cobertura plástica favorece a produção e teor de sólido solúvel de minitomates cultivados no período

chuvoso em condições de campo (verão/outono), e; Capítulo III – verificar se a cor da cobertura plástica favorece o desenvolvimento, a produção e teor de sólido solúvel de minitomates cultivados no período seco em condições de campo (inverno/primavera).

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; BULL, L. T. K:Ca:Mg ratio in nutrient solution for production on mini tomato grown in substrate. **Irriga**. Botucatu, v. 19, n. 2, p. 214–224, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n2p214>
- ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; KOYANAGUI, M. T.; TREMOCOLDI, M. A.; EVANGELISTA, R. M. Effect of different ratios of K:Ca:Mg on fruit quality of mini tomato grown in substrate. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 29, n. 2, p. 5226–5231, 2011. Disponível em: http://abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/a3904_t5757_comp.pdf. Acesso em: 04 ago. 2017.
- AHMAD, I.; HUSSAIN, Z.; RAZA, S.; MEMON, N.; NAQVI, S. A. Response of vegetative and reproductive components of Chili to inorganic and organic mulches. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. Faisalabad, v. 48, n. 1, p. 19–24, 2011. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2011/20113221214.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.
- ANDINO, J. R.; MOTSENBOCKER, C. E. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. **HortScience**. Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1246–1249, 2004. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.6.1246>
- ANIKWE, M. A. N.; MBAH, C. N.; EZEAKU, P. I.; ONYIA, V. N. Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. **Soil & Tillage Research**. London, v. 93, n. 2, p. 264–272, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.04.007>
- ANZALONE, A.; CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; PARDO, G.; ZARAGOZA, C. Effect of biodegradable mulch material on weed control in processing tomatoes. **Weed Technology**. Lawrence, v. 24, n. 3, p. 369–377, 2010. <https://doi.org/10.1614/WT-09-020.1>
- ARAÚJO, H. F.; LEAL, P. A. M.; ZORZETO, T. Q.; NUNES, E. F.; BETIN, P. S.; SERVILHA, G. F. P. Alterações micrometeorológicas em ambientes protegidos cultivados com minitomate orgânico. **Irriga**. Botucatu, v. 21, n. 2, p. 226–238, 2016. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n2p226-238>
- BAN, D.; ZANIC, K.; DUMICIC, G.; CULJAK, T. G.; BAN, S. G. The type of polyethylene mulch impacts vegetative growth, yield and aphid population in watermelon production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**. Helsinki, v. 7, n. 3–4, p. 543–550, 2009. Disponível em: <http://bib.irb.hr/datoteka/432177.64.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

- BEZERRA, R. S.; EVANGELISTA, A.W. P.; ALVES JÚNIOR, J., NASCIMENTO, A. R.; CASAROLI, D. Minitomato cultivation with substrate under different fertigation management strategies. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 36, n. 1, p. 088–093, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620180115>
- BOGIANI, J. C.; ANTON, C. S.; SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SENO, S. Tip pruning, plant density and plastic mulching in tomato yield in protected cultivation. **Bragantia**. Campinas, v. 67, n. 1, p. 145–151, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100018>
- CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C.; MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S. C.; MINAMI, K. Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na cultura do tomateiro. **Irriga. Botucatu**, v. 19, n. 3, p. 345–357, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p345>
- CANDIAN, J. S.; MARTINS, B. N. M.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M.; FUJITA, E. Stem conduction systems effect on the production and quality of mini tomato under organic management. **Bragantia**. Campinas, v. 76, n. 2, p. 238–245, 2017. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.558>
- CASIERA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**. Bogotá, v. 29, n. 3, p. 407–413, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n3/v29n3a09>. Acesso em: 10 out. 2017.
- CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; ANZALONE, A.; MARTÍN-CLOSAS, L.; MECO, R.; MORENO, M. M.; PARDO, A.; PELACHO, A. M.; ROJO, F.; ROYO-ESNAL, A.; SUSO, M. L.; ZARAGOZA, C. Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. **Agronomy for Sustainable Development**. Paris, v. 32, n. 4, p. 889–897, 2012. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0084-y>
- DANTAS, M. S. M.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; CRUZ, C. A.; CUNHA, A. P. A. Yield and quality of watermelon grown under nonwoven textile protection combined with plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 824–829, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000800004>
- DECOTEAU, D. R. KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. **HortScience**. Alexandria, v. 25, n. 4, p. 460–462, 1990. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.25.4.460>
- DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 34, p. 169–175, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90089-1](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90089-1)
- DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 114, n. 2, p. 216–219, 1989. Disponível em: http://www.personal.psu.edu/drd10/Site/Publications_files/MulchColorTomatoYield.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

- DÍAZ-PÉREZ, J. C. Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Pleck) var *italica*] as affected by plastic film mulches. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 123, p. 156–163, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.08.014>
- DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BATAL., K. D.; GRANBERRY, D.; BERTRAND, D.; GIDDINGS, D. Growth and yield of tomato on plastic film mulches as affected by tomato spotted wilt virus. **HortScience**. Alexandria, v. 38, n. 3, p. 395–399, 2003. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.3.395>
- DÍAZ-PÉREZ, J. C.; GITAITIS, R.; MANDAL, B. Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted will symptoms and yield of tomato. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 114, p. 90–95, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.013>
- DÍAZ-PÉREZ, J. C. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. **HortScience**. Alexandria, v. 48, n. 5, p. 1196–1204, 2010. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/45/8/1196>. Acesso em: 10 out. 2017.
- DIELEMAN, J. A.; HEUVELINK, E. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. **Journal of Horticultural Science**. [*S.l.*], v. 67, n. 1, p. 1–10, 1992. <https://doi.org/10.1080/00221589.1992.11516214>
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. rev. ampl. Viçosa: UFV., 2013, 421p.
- FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M.; BOROŠIĆ, J.; FILIPOVIĆ, L.; MALLMANN, F. J. K.; ROBINSON, D. A. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: Experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 176, p. 100–110, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.020>
- FRANQUERA, E. N. Influence of different colored plastic mulch on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*). **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**. Tehran, v. 1, n. 2, p. 97–104, 2011. Disponível em: <http://www.sid.ir/En/Journal/ViewPaper.aspx?ID=231720>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- GOMES, A. S.; SILVA, M. C.; FERREIRA, T. D.; YURI, J. E.; COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; AMORIM NETO, P. S. Desempenho de cultivares de minitomate em condições de inverno no Submédio São Francisco. *In*: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 9., 2014, Petrolina. **Anais [...]** Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 205–210, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1013507>. Acesso em: 29 jan. 2018.

GREER, L.; DOLE, J. M. Aluminum foil, aluminum-painted, plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables.

HortTechnology. Alexandria, v. 13, n. 2, p. 276–284, 2003.

<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.2.0276>

HAM, L. M.; KLUITENBERG, G. J.; LAMONT, W. J. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 118, n. 2, p. 188–193, 1993.

<https://doi.org/10.21273/JASHS.118.2.188>

KASPERBAUER, M. J. Phytochrome involvement in regulation of the photosynthetic apparatus and plant adaptation. **Plant Physiology and Biochemistry**. [S.l.], v. 26, n. 4, p. 519–524, 1988. Disponível em:

<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=18394&content=PDF>.

Acesso em: 29 jan. 2018.

KASPERBAUER, M. J.; LOUGHRIN, J. H.; WANG, S. Y. Light reflected from red mulch to ripening strawberries affects aroma, sugar and organic acid concentrations.

Photochemistry and Photobiology. [S.l.] v. 74, n. 1, p. 103–107, 2001.

[https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2001\)074<0103:LRFRMT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2001)074<0103:LRFRMT>2.0.CO;2)

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soil-borne pathogens.

Phytopathology. Saint Paul, v. 66, p. 663–668, 1976.

<https://doi.org/10.1094/Phyto-66-683>

KHAN, M. N.; AYUB, G.; ILYAS, M.; KLAN, M.; HAQ, F. U.; ALI, J.; ALAM, A. Effect of different mulching materials on weeds and yield of chili cultivar. **Pure and Applied Biology**. Quetta, v. 5, n. 4, p. 1160–1170, 2016.

<https://doi.org/10.19045/bspab.2016.50139>

KUMAR, S.; DEY, P. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 127, n. 3, p. 318–324, 2011.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.023>

LAMONT JR., W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. A guide to the manufacture, performance, and potential of plastics in agriculture. **Plastics Design Library**. [S.l.] p. 45–60, 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102170-5.00003-8>

LIAKATAS, A.; CLARK, J. A.; MONTEITH, J. L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 36, p. 227–239, 1986. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(86\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0168-1923(86)90037-7)

LIMA, E. M. C.; CARVALHO, J. A.; VIOL, M. A.; REZENDE, F. C.; THEBALDI, M. S.; DIOTTO, A. D. Economic analysis of irrigated melon cultivated in greenhouse with and without soil plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 21, n. 7, p. 471–475, 2017.

<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p471-475>

- LIU, X. E.; LI, X. G.; GUO, R. Y.; KUZYAKOV, Y.; LI, F. M. The effect of plastic mulch on the fate of urea-N in rain-fed maize production in a semiarid environment as assessed by ¹⁵N-labeling. **European Journal of Agronomy**. [S.l.], v. 70, p. 71–77, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.006>
- LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Dry mass and nutrients accumulation by tomato 'SM-16' cultivated in different mulching. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, p. 401–409, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300010>
- MACIEL, G. M.; FERNANDES, M. A. R.; MELO, O. D.; OLIVEIRA, C. S. Agronomic potential of mini tomato hybrids with determinate and indeterminate growth habit. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 34, n. 1, p. 144–148, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160000100022>
- MACIEL, G. M.; SILVA, E. C. Proposta metodológica para quantificação de açúcares em folíolos de tomateiro. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 32, n. 2, p. 174–177, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v32n2/0102-0536-hb-32-02-00174>. Acesso em: 28 maio 2018.
- NEGRISOLI, R. M.; CECHINATTO, F. H.; BISSOLI, M. J.; ROSESTOLATO, L. L. R.; SABBAG, O. J. Viabilidade econômica no cultivo de minitomate sweet grape no município de Casa Blanca/SP. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1932–1942, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrар.htm>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- NGOUAJIO, M.; ERNEST, J. Changes in physical, optical, and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. **HortScience**. Alexandria, v. 40, n. 1, p. 94–97, 2005. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.1.94>
- PRECZENHAK, A. P.; RESENDE, J. T. V.; CHAGAS, R. R.; SILVA, P. R.; SCHWARZ, K. MORALES, R. G. F. Caracterização agrônômica de genótipos de minitomate. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 32, n. 3, p. 348–356, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362014000300018>
- RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; SILVA, S. D.; ROCHA, T. S. M.; LANGNER, J. A. Effect of irrigation and mulching on soil temperature. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 35, n. 5 p. 817–828, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p817-828/2015>
- SENTO-SÉ, G. V. T.; GOMES, A. S.; GONÇALVES, F. M.; SILVA, M. C.; COSTA, N. D.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Performance of mini tomatoes cultivars in summer conditions of Sumedim Valley of São Francisco River. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, n. 2, p. 1017–1022, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/997756/1/Jony4.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.

SHIUKHY, S.; SARJAZ, R. M.; CHALAVI, V. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. **International Journal of Biometeorology**. [S.l.], v. 59, n. 8, p. 1061–1066, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0919-0>

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças, 2000, 168p.

STEINMETZ, Z.; WOLLMANN, C.; SCHAEFER, M.; BUCHMANN, C.; DAVID, J.; TRÖGER, J.; MUÑOZ, K.; FRÖR, O.; SCHAUMANN, G. E. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? **Science of the Total Environment**. [S.l.], v. 550, p. 690–705, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>

SUWWAN, M. A.; AKKAWI, M.; AL-MUSA, A. M.; MANSOUR, A. Tomato performance and incidence of Tomato Yellow Leaf Curl (TYLC) Virus as affected by type of mulch. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 37, n. 1–2, p. 39–45, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90149-5)

TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of mini tomato in organic system with to stems conduction and top pruning. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 33, n. 4, p. 515–520, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400018>

VARGAS, P. F.; DUARTE, L. S.; SILVA, E. H. C.; ZECCHINI, A. C.; SOARES, R. S.; GODOY, L. J. G. Performance of mini-tomato hybrids in different training systems with different number of stems. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 35, n. 3, p. 428–433, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620170319>

WANG, L.; LI, X. G.; LV, J.; FU, T.; MA, Q.; SONG, W. WANG, Y. P.; LI, F. M. Continuous plastic-film mulching increases soil aggregation but decreases soil pH in semiarid areas of china. **Soil & Tillage Research**. London, v. 167, p. 46–53, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.11.004>

YAGHI, T.; ARSLAN, A.; NAOUM, F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 128, p. 149–157, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.06.002>

YURI, J. E.; COSTA, N. C.; LIMA, M. A. C.; RESENDE, G. M.; FERREIRA, T. D.; SILVA, M. C. Mini tomato cultivars for the Sub-mid São Francisco Valley, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4. p. 1015–1020, 2016. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n427rc>

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Strawberry cultivation with mulch of different colors and installation times on the beds. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30 p. 424–427, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300011>

ZHANG, Y.; WANG, F.; SHOCK, C. C.; YANG, K.; KANG, S.; QIN, J.; LI, S. Effects of plastic mulch on the radiative and thermal conditions and potato growth under drip irrigation in arid Northwest China. **Soil and Tillage Research**. London, v. 172, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.04.010>

ZHAO, H.; XIONG, Y. C.; LI, F. M.; WANG, R. Y.; QIANG, S. C.; YAO, T. F.; MO, F. Plastic film mulch for half growing-season maximized WUE and yield of potato via moisture-temperature improvement in a semi-arid agroecosystem. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 104, p. 68–78, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.11.016>

ZRIBI, W.; ARANGÜÉS, R.; MEDINA, E.; FACI, J. M. Efficiency of inorganic and organic mulching materials for soil evaporation control. **Soil & Tillage Research**. London, v. 148, p. 40–45, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.12.003>

CAPÍTULO I

COBERTURAS PLÁSTICAS COLORIDAS: IMPACTOS SOBRE AS CULTURAS EM DIFERENTES LOCAIS E ÉPOCAS DE CULTIVO

CAPÍTULO I: COBERTURAS PLÁSTICAS COLORIDAS: IMPACTOS SOBRE AS CULTURAS EM DIFERENTES LOCAIS E ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO

Dada à limitada disponibilidade de áreas agricultáveis, incrementos na produtividade são fundamentais. O uso de coberturas plásticas coloridas sobre a superfície do solo (*mulching*) modifica o microclima de cultivo e pode favorecer o desenvolvimento, a produção e a qualidade do produto colhido. Essa revisão aborda o uso de coberturas plásticas coloridas sobre a superfície do solo em diferentes locais e épocas de cultivo em várias culturas. Além de destacar os principais benefícios conseguidos com o uso das coberturas plásticas, o objetivo foi verificar qual cor possibilita maiores retornos em termos de desenvolvimento, produtividade e qualidade das culturas conduzidas sob diferentes condições climáticas. Os resultados encontrados pelos trabalhos contidos nessa revisão mostram que a cobertura plástica da superfície do solo favorece o desenvolvimento e aumenta a produtividade, a qualidade e a eficiência da produção. Quando se adiciona cor à cobertura plástica, além de eficiência no controle de plantas daninhas, uso da água e de fertilizantes, é possível controlar a intensidade de aquecimento do solo, manejar pragas e doenças, potencializar o desenvolvimento e a produtividade da cultura, assim como a concentração de açúcares nos frutos. Coberturas com maior refletância destacam-se para o manejo de pragas e doenças, sendo a preta/prata uma das mais empregadas. Por outro lado, coberturas que alteram a qualidade da luz refletida possibilitam aumentar a concentração de açúcares nos frutos, com destaque para as cores vermelha e preta. Contudo, a cobertura plástica colorida que possibilita maior crescimento e produtividade depende das condições meteorológicas do local ou época de cultivo associado às exigências climáticas da cultura. Para a sustentabilidade dos benefícios conseguidos, o uso das coberturas plásticas coloridas deve ser consciente, pois, mesmo para as versões degradáveis, os processos bioquímicos envolvidos necessitam de esclarecimentos.

Palavras-chave: *Mulching* plástico; energia térmica; microambiente de luz; desenvolvimento das culturas; teor de sólido solúvel.

ABSTRACT

Given the limited availability of agricultural areas, increases in the productivity are essentials. The use of colored plastic cover upon soil surface (mulching) modifies the microclimate and can favor the development, production and quality of the harvests. This review deals with the use of colored plastic cover on soil surface in different sites and growth season on various cultures. Besides highlighting the major benefits gained with using plastics covers, the aim was to verify which color makes it possible to have greater return in terms of development, yield and quality of harvests conducted under different climates conditions. The results found by the studies included in this review show that the plastic cover of the soil surface favors the development, increases yield, quality and efficiency of production. In addition to efficiency in weed control, water and fertilizer use, when color is added to the plastic cover it is possible to control the intensity of soil heating, to manage pests and diseases, to potentialize the development and yield of the crop, besides of the concentration of sugars in the fruits. Coverings with greater reflectance stand out for pest and disease management, with black/silver being one of the most used. On the other hand, coverings that modify the quality of the reflected light makes it possible to increase the concentration of sugars in the fruits, especially the red and black colors. However, the colored plastic cover that makes it possible higher growing and crop yield depend on the weather conditions of the site or growing season associated with the climatic requirements of the crop. For the sustainability of the obtained benefits the use of the colored plastic covers must be accountable because even for the degradable versions, the biochemical processes involved need clarification.

Keywords: Plastic mulching; thermal energy; light microenvironment; crop development; soluble solids content.

1 INTRODUÇÃO

Dada à limitada disponibilidade de áreas agricultáveis, incrementos na produtividade são fundamentais, visto que o rápido crescimento populacional representa um grande desafio para as práticas agrícolas eficientes e sustentáveis (STEINMETZ et al., 2016). Desta maneira, o uso de técnicas produtivas mais eficientes tem sido proposto. O processo ou prática de cobrir a superfície do solo pode tornar o microambiente mais adequado ao crescimento e ao desenvolvimento da planta e contribuir para atingir esses objetivos. Essa cobertura, conhecida também como *mulching*, pode ser feita com materiais orgânicos, como restos de culturas, cascas de árvores e serragens, entre outros; ou inorgânicos, como os plásticos.

O uso de coberturas plásticas tem ganhado destaque em função dos benefícios associados. Elas podem aumentar a produtividade (ZHAO et al., 2012; CAMPAGNOL et al., 2014) e eficiência do uso da água (FAN et al., 2017; LIMA et al., 2017), antecipar a colheita (SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), melhorar a qualidade de frutos (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001; ANTONEN et al., 2006) e auxiliar no controle de pragas e doenças (DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007; ANDERSEN; OLSON; MOMOL, 2012) e plantas daninhas (LAMENT Jr., 1993). Esses benefícios dependem, principalmente, das alterações feitas na temperatura do solo e ar (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993), na quantidade e na qualidade da radiação solar refletida e na redução da evaporação da água (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986), modificando assim o microclima de cultivo. Porém, a magnitude dessas modificações depende das propriedades ópticas características de cada coloração. São essas propriedades que determinam o comportamento radiativo de energia, a quantidade e a qualidade da luz refletida no dossel da planta (ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004).

Assim, diversas cores têm sido testadas com os respectivos efeitos nas culturas, que dependem da interação entre cor, condições meteorológicas da região ou época e espécie ou variedade cultivada. Por ter sido introduzida desde a década de 50 (LAMONT Jr, 2017), a preta é uma das colorações mais utilizadas (RIBAS et al., 2015), cujo principal efeito no microclima está relacionado à elevação da temperatura do solo e à modificações na qualidade da luz refletida, de modo a poder ser uma opção para locais ou épocas com temperaturas mais amenas ou para espécies vegetais tolerantes a temperaturas mais elevadas. Contudo, além da preta, a branca ou preta/branca e a prata

ou preta/prata estão entre as colorações mais utilizadas. A branca ou preta/branca pode ser mais adequada para locais ou épocas com temperaturas mais altas, bem como para culturas sensíveis à temperaturas elevadas. Entre os principais efeitos desta cor, tem-se o controle térmico do solo submetido a alta incidência de radiação solar e ao aumento na intensidade luminosa próximo do dossel da planta. Gordon et al. (2010) afirma preferência pela cobertura branca para o verão em regiões mais quentes devido a sua capacidade em manter a umidade do solo e aquecê-lo menos em relação à preta. A prata ou preta/prata é uma opção com características ópticas intermediárias entre a branca e a preta.

Em função dos seus benefícios e da praticidade de aplicação (YURI et al., 2012), o uso de coberturas plásticas tem ganhado destaque. Porém, a geração de resíduos plásticos e a dificuldade de remoção completa após a colheita (CIRUJEDA et al., 2012) associada à persistência no ambiente, estão entre os principais problemas. Atualmente, houve crescimento do uso de produtos degradáveis compostos por materiais fotodegradáveis, biodegradáveis, polímeros orgânicos e papel (ANZALONE, et al., 2010). Porém, Steinmetz et al. (2016) relatam que ainda não há conhecimento suficiente sobre os processos bioquímicos envolvidos na sua decomposição. Segundo os autores, essa elucidação necessita de estudos a longo prazo, associando experimentos de campos e ensaios laboratoriais. Então, seu uso na agricultura deve ser consciente para minimizar os efeitos negativos e garantir a sustentabilidade dos benefícios conseguidos.

Baseado nos desafios atuais para uma agricultura eficiente e sustentável, esta revisão aborda os principais resultados obtidos com o uso de coberturas plásticas coloridas em diferentes locais. Isto com o objetivo de destacar os benefícios proporcionados por essa técnica, além de ressaltar a importância da escolha da cor mais adequada para o desenvolvimento e produtividade de uma determinada cultura sob diferentes condições de temperatura e radiação solar.

2 COBERTURAS PLÁSTICAS COLORIDAS

2.1 Propriedades ópticas de algumas coberturas plásticas coloridas

O *mulching*, processo ou a prática de cobrir a superfície do solo para tornar o microambiente mais adequado ao crescimento e desenvolvimento da planta, pode ser constituído por material orgânico ou inorgânico (KASIRAJAN; NGOUAJIO, 2012). Dentre os diversos materiais orgânicos utilizados para este fim, encontram-se os originados a partir de restos de plantas como palha, casca de amendoim, compostos de folhas, serragem de madeira e estrume animal; enquanto que os inorgânicos normalmente são confeccionados por plásticos degradáveis ou não. Os materiais orgânicos têm como vantagens serem uma opção de baixo custo e, muitas vezes, de reaproveitamento de resíduos gerados na própria propriedade. Em contrapartida, as coberturas plásticas podem aumentar a eficiência da produção e garantir maior retorno econômico ao diminuir custos com fertilizantes, água e mão de obra e, ao mesmo tempo, aumentar a produtividade (FAN et al., 2017) e a qualidade das colheitas.

A cobertura plástica de cor preta, assim como a transparente, é uma das mais utilizadas (RIBAS et al., 2015), revolucionando a produção comercial de vegetais nobres com a sua introdução como cobertura da superfície do solo desde a década de 50 (LAMONT Jr, 2017). Em regiões de climas moderados, pode ser uma opção para estender a estação de cultivo (STEINMETZ et al., 2016) devido à sua alta capacidade de absorver radiação solar e retransmiti-la ao solo como energia térmica ou radiação de onda longa, podendo, ainda, interferir na partição fotossintética da planta (DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989). A branca é uma opção para locais com temperaturas mais elevadas (STEINMETZ et al., 2016), além de ser uma alternativa para melhorar o microambiente de luz e potencializar a fotossíntese, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento da planta (DECOTEAU et al., 1988). Porém, outras colorações têm sido testadas, uma vez que esta pode alterar a quantidade e a qualidade da luz refletida no dossel da planta (ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004). Por exemplo, a cor prata, além de ser uma alternativa intermediária entre a preta e a branca, também tem sido utilizada como uma opção para auxiliar no controle de alguns insetos-praga devido ao seu efeito dissuasivo (SUWWAN et al., 1988; DÍAZ-PÉREZ et al., 2003). Já a vermelha também é utilizada em algumas culturas por

promover maiores produtividades e qualidade nas colheitas (FRANQUERA, 2011; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015).

Assim, devido às propriedades ópticas características de cada coloração, as coberturas plásticas coloridas têm sido utilizadas na agricultura, principalmente como agente modificador das condições microclimáticas e térmicas do solo (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986). Conforme destacaram Ham, Kluitenberg e Lamont (1993), os efeitos da cobertura plástica na temperatura do solo e no balanço de radiação são determinados principalmente pelas propriedades ópticas de cada material. Tem-se na Tabela 1.1 um resumo dessas propriedades para algumas cores utilizadas.

TABELA 1.1 Propriedades ópticas de algumas colorações plásticas.

Cobertura plástica	Ondas curtas			Ondas longas	
	Refletância	Transmitância	Absortância	Transmitância	Emitância
Preta	0,03	0,01	0,96	0,67	0,87
Prata	0,39	0,01	0,60	0,09	0,28
Preta-branca	0,48	0,01	0,51	0,51	0,89
Transparente	0,11	0,84	0,05	0,78	0,86

Fonte: Adaptado de Ham, Kluitenberg e Lamont (1993).

Pela Tabela 1.1, nota-se que as propriedades ópticas são características próprias de cada coloração plástica e são essas propriedades o principal agente modificador da temperatura do solo e da superfície das coberturas, bem como do microambiente de radiação solar em torno da planta. Quanto maior a capacidade absorptiva, maior é a energia absorvida e transmitida para o solo na forma de calor, principalmente por condução (TARARA, 2000). A preta absorve mais de 95% da radiação solar, a prata, em torno de 60%, e a branca, aproximadamente 50%. Alta transmitância ou absorptância resulta em baixa refletância e vice-versa. Assim, enquanto a preta reflete menos de 5% da radiação incidente, a prata e a branca refletem aproximadamente 40% e 50%, respectivamente, intensificando o microambiente de luz. Desse total, o espectro refletido dentro da faixa fotossinteticamente ativa da planta pode potencializar sua fotossíntese.

Ngouajio e Ernest (2005) mediram a faixa de luz na região fotossinteticamente ativa transmitida por algumas colorações de acordo com o tempo de exposição, conforme a Tabela 1.2. Nota-se que normalmente a transmissividade das coberturas diminuem com o tempo de uso, e esta redução foi maior para as coberturas que

apresentaram maior valor. Entretanto, sobre a cobertura cinza, os autores mediram maior transmissividade com o transcorrer do tempo de exposição. Esse aumento pode ser atribuído à degradação do material, pois, conforme os autores, no segundo cultivo, apenas 40% da superfície permaneceram cobertos.

TABELA 1.2 Transmissividade (*t*) de radiação solar fotossinteticamente ativa por algumas coberturas plásticas novas e usadas.

Cor da cobertura	<i>t</i> (%)		
	Nova	Primeiro cultivo	Segundo cultivo
Branca	40,73	34,64	27,76
Cinza	15,63	16,55	19,10
Preta	0,03	0,00	0,00
Preta/branca	0,88	0,76	0,68

Fonte: Adaptado de Ngouajio e Ernest (2005).

As colorações refletem também proporções diferentes entre o vermelho-distante (700 – 795 μ m) e o vermelho (600 – 695 μ m). Conforme Decoteau, Kasperbauer e Hunt (1989) as coberturas plásticas vermelha, preta, prata e branca refletem proporção de 1,13, 1,06, 0,96 e 0,97, entre o vermelho-distante e o vermelho, respectivamente, próximo da planta. Conforme os autores, essa proporção pode atuar na partição fotossintética da planta e favorecer a produção de frutos.

Entretanto, os efeitos proporcionados pelas colorações plásticas dependem ainda da interação com as condições meteorológicas da região e da espécie cultivada. Por exemplo, na cultura do tomateiro, Decoteau et al. (1988), na Carolina do Sul, Estados Unidos, avaliando as cores branca e preta, verificaram diferenças na morfologia da planta induzidas pela cor da cobertura plástica, que, apesar de não apresentarem diferenças na quantidade de matéria seca da parte aérea, reportaram maior altura e menor índice de área foliar nas ramificações com a preta. Lucena et al. (2013), em Baraúna, RN, não encontraram diferenças na taxa de crescimento do tomateiro e na quantidade de matéria seca da parte aérea, mas maior produtividade foi obtida sobre a cor branca quando comparada à cinza e a preta. Enquanto que Yuri et al. (2012) avaliando essas três colorações para o morangueiro cultivado no inverno em Três Corações, MG, obtiveram maiores rendimentos com a cobertura preta e a preta/prata. Já Franquera (2011), nas Filipinas, testando diferentes colorações na cultura da alface, verificou melhor desempenho produtivo com a cor vermelha.

Além das propriedades ópticas, características adicionais, como resistência e elasticidade, são importantes na escolha da cobertura plástica. Seguem informações para algumas cores e materiais, conforme reporta o site da empresa Negreira (<http://negreira.com.br/categorias/mulching/>).

2.2 Cobertura preta

Consiste em um filme de polietileno de baixa densidade com alta durabilidade e resistência. A elasticidade é uma das principais características desse material e sua utilização pode se adequar a diversos tipos de cultivos, além de representar um baixo custo para o produtor. Alguns exemplos de cultivos propícios à sua utilização como agente de melhoria nos resultados são: morango, melão, tomate, abacaxi, uva, berinjela, pepino, alface, pimentão, palmeira ornamental, tomate cereja, entre outras (NEGREIRA, 2015a).

2.3 Cobertura preta/branca

Confeccionada com uma face na cor preta e a outra na cor branca, cuja instalação é feita com a branca voltada para cima, ela compõe a segunda geração, e apresenta como resultado melhorias na dispersão de luz devido à sua alta refletividade. A reflexão da luz faz com que o fruto ou vegetal a receba também pelo sentido ascendente, obtendo um desenvolvimento uniforme e evitando o desenvolvimento de fungos. Sua baixa absorção de radiação solar resulta em menor transmissão de calor para o solo, sendo possível um controle maior da temperatura. Assim, uma das suas maiores vantagens em relação à preta é o baixo aquecimento do material quando exposto ao sol, o que em muitos casos evita a queima de folhas e o possível cozimento do fruto. Além disso, quanto mais a luz solar é refletida, maior a sua intensidade na planta, fazendo com que a mesma realize mais fotossíntese no decorrer do dia, aumente seu metabolismo e favoreça o crescimento do fruto quando comparado a outras cores (NEGREIRA, 2015b).

2.4 Cobertura preta/prata

É feita com faces de cores distintas, uma de cor preta voltada para a superfície do solo e a outra de cor prata exposta à radiação solar. A diferença básica em relação à preta é que essa coloração influencia diretamente a temperatura do plástico que está em contato direto com a planta. A característica de refletir a luz garante menor temperatura e ótimo custo benefício, sendo intermediária entre a preta e a preta/branca. É perfeita para quem deseja atrelar as características da cor preta às vantagens que a preta/branca traz. Dentre seus benefícios estão: ofuscar a visão de insetos voadores, evitar a queima de folhas, frutos e flores, maior uniformidade no crescimento das plantas e menor temperatura. (NEGREIRA, 2015c).

3 BENEFÍCIOS DO *MULCHING* NA ATIVIDADE AGRÍCOLA

3.1 Controle de plantas daninhas

O uso das coberturas plásticas, entre outros benefícios, controla eficientemente a maioria das plantas daninhas. Essa é uma característica importante visto que a competição com a cultura pode causar perdas consideráveis na produtividade. Pesquisas mostram que a ocorrência de plantas daninhas nas áreas cultivadas pode ser responsável por grande parte da perda do potencial produtivo das principais culturas (ANZALONE et al., 2010; CIRUJEDA et al., 2012). Assim, métodos de controle eficientes são fundamentais para minimizar tais perdas. Atualmente, o controle químico tem predominado, mas para algumas culturas e locais há poucos herbicidas registrados, além de pouca mão de obra disponível para o controle manual (ANZALONE et al., 2010). O uso de coberturas plásticas compostas por diversos tipos de materiais e utilizadas individualmente ou associadas a outros métodos é mais uma opção de controle de plantas daninhas (ANIKWE et al., 2007) que pode minimizar essas perdas.

No trabalho conduzido por Cirujeda et al. (2012), pode-se notar a importância do controle eficiente das plantas daninhas. Os autores avaliaram compostos plásticos biodegradáveis na cultura do tomateiro industrial em quatro locais na Espanha durante três anos consecutivos e verificaram que a cada 10% de redução na eficiência de controle das plantas daninhas houve uma queda de rendimento entre 3,3 e 4,4 t ha⁻¹ de frutos. De maneira geral, todas as coberturas plásticas utilizadas pelos autores foram mais eficientes do que o controle manual. Também com a cultura do tomateiro, Anzalone et al. (2010), em Zaragoza, Espanha, obtiveram maior produtividade e menor porcentagem de cobertura de plantas daninhas com a cobertura plástica durante três anos consecutivos de avaliação.

Normalmente, as reduções de produtividade causada pela incidência de plantas daninhas estão relacionadas ao processo fisiológico das culturas e às condições edafoclimáticas da região. Considerando a cultura, quanto mais rápido for o crescimento vegetativo, menores serão as reduções na produtividade, uma vez que o fechamento da cultura cria um microambiente menos favorável ao estabelecimento das plantas daninhas. Já as condições edafoclimáticas variam de acordo com locais e anos (CIRUJEDA et al., 2012). Solos férteis aliados a índices pluviométricos elevados favorecem o desenvolvimento das plantas daninhas.

De modo geral, o uso de compostos plásticos tem mostrado eficiência no controle de plantas daninhas. No cultivo de amendoim, na região norte do Vietnã, Ramakrishna et al. (2006) notaram diferenças significativas na população de plantas daninhas avaliadas 30 dias após a semeadura. A matéria seca e a quantidade de plantas daninhas encontradas por esses autores foram de 19 e 63 g m⁻², 4 e 13 espécies, respectivamente, para o tratamento com e sem cobertura plástica (transparente), respectivamente. Esses resultados corresponderam a uma redução em torno de 30% tanto para o peso da matéria seca quanto para o número de espécies de plantas daninhas. Campagnol et al. (2014), durante a primavera em Piracicaba, SP, obtiveram redução de 68% na incidência de plantas daninhas com uso da cobertura preta.

3.2 Controle de pragas e doenças

A incidência de pragas e doenças vem se tornando cada vez mais problemática nos últimos tempos. Entre as principais doenças de difícil controle, destacam-se as de solo. Normalmente, essas doenças são favorecidas por umidades do solo próximas às condições ótimas para o desenvolvimento da cultura (ALVARENGA, 2004), o que dificulta seu controle.

Na cultura do tomate, uma das principais doenças de solo é a murcha de fusário causada pelas raças 1, 2 e 3 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Esse fungo está presente em todas as regiões onde se cultiva tomate e alastra-se rapidamente na lavoura devido à facilidade de transmissão. Sua patogenicidade é favorecida por temperaturas no solo variando de 21°C a 33°C, sendo a ideal próxima a 28°C. A temperatura do solo quando acima de 33°C ou inferior a 2°C inibe a atividade do fungo (ALVARENGA, 2004).

Dada as particularidades do patógeno, é possível minimizar os danos à cultura ao combinar os efeitos proporcionados pelas coberturas plásticas coloridas com os fatores ambientais do local e época de cultivo, visando manter o solo fora das condições mais propícias para seu estabelecimento. O trabalho desenvolvido por Katan et al. (1976), em Israel, durante o verão com a cultura do tomate, mostrou que a redução na população de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* das raças 1 e 2 variou com a profundidade e intensidade de aquecimento do solo. Os autores fizeram comparações entre a cobertura feita com plástico transparente e o solo descoberto nas profundidades 5, 15 e 25 cm, obtendo redução de 94, 67 e 54%, respectivamente, para a raça 2 em segmentos de

caule avaliados 14 dias após a cobertura do solo com o plástico. Comparando a redução do patógeno com o aquecimento do solo, eles notaram redução em até 51% com temperatura de 45°C.

Outra doença de solo bastante comum é a murcha de verticílio causada pelos fungos *Verticillium dahliae* e *Verticillium albo-atrum*. Esse patógeno ataca várias culturas e a infecção ocorre na faixa de temperatura de 13°C a 30°C com a ótima situando-se de 20°C a 24°C (ALVARENGA, 2004). Para o controle desse patógeno, o uso de coberturas plásticas pode ser mais eficiente em comparação à fusariose, uma vez que a temperatura favorável ao seu desenvolvimento é menor. Katan et al. (1976) obtiveram 100% de controle até 15 cm de profundidade utilizando a transparente, em Israel.

Para o controle de pragas, pesquisas têm mostrado que coberturas com maior refletância podem ofuscar a visão dos insetos, diminuindo sua ocorrência. Na cultura da melancia, Andino e Motsenbocker (2004) obtiveram menor população de *Diabrotica balteada howardi* (Barber) e *Acalymma vittata* (Fabricius) com a prata quando comparada à amarela. Esse efeito dissuasivo da cor prata sobre alguns tipos de insetos-vetores também podem contribuir para minimizar a incidência precoce de algumas doenças, principalmente viroses. Na cultura do tomate, Suwwan et al. (1988), ao avaliar cinco tipos de cobertura, encontraram menor incidência de geminiviroses com o plástico de cor prata. Esse complexo virótico é transmitido por pequenos insetos conhecidos como mosca-branca (*Bemisia tabaci* e *Bemisia argentifolii*). Segundo esses autores, à medida que a planta se desenvolveu, reduziu-se a capacidade dissuasiva desse tratamento aos vetores, mas a infecção tardia minimizou perdas na produção. Na cultura da melancia, Mclean et al. (1982), em Gascoyne River, Austrália, observaram que o plástico reflexivo apresentou efeito repelente nos pulgões alados, diminuindo a incidência do vírus do mosaico da melancia, em comparação à preta.

Para o complexo virótico causador do vira-cabeça do tomateiro, Andersen et al. (2012) no Norte da Flórida, Estados Unidos, encontraram redução na sua manifestação com o uso de coberturas plásticas reflexivas quando comparadas à preta. Essa redução é importante, pois pode minimizar perdas produtivas. Díaz-Pérez et al. (2003) verificaram cerca de 2% de acréscimo na perda de produção para cada dia a menos do aparecimento dos sintomas. Além de sugerirem menor incidência de insetos-vetores sobre as plantas cultivadas com uso de plásticos coloridos, os autores indicaram manifestações mais tardias desta virose em função de as coberturas manterem a temperatura do solo mais

próximas das ótimas para o crescimento e produção do tomateiro cultivado durante a primavera em Tifton, Estados Unidos. Díaz-Pérez, Gitaitis e Mandal (2007) mostraram que as perdas na produção causadas pelo complexo do vira-cabeça do tomateiro foram altamente influenciadas pelo estágio de desenvolvimento da planta em que a doença ocorreu. Porém, a interferência da refletância diverge para alguns insetos-pragas. Para pulgões, no tomateiro, Ban et al. (2009), em três locais na Croácia observaram, em dois anos consecutivos, maior atração à cor branca quando comparada à preta.

3.3 Eficiência no uso de fertilizantes

A melhoria no microambiente de cultivo favorece o desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, pode facilitar a assimilação de nutrientes reduzindo suas perdas e possíveis contaminações ambientais. Kumar e Dey (2011) avaliando tipos de cobertura do solo na cultura do morango, em Nauni, na Índia (clima subtropical), obtiveram maior absorção de nutrientes com o uso da cobertura plástica (preta) quando comparado ao orgânico e sem cobertura. As assimilações de nitrogênio, fósforo e potássio foram 12 – 31%, 20 – 40% e 17 – 37% maior na cobertura plástica com relação à orgânica e sem cobertura, respectivamente. Essa maior absorção de nutrientes foi atribuído à melhoria no regime hídrico e térmico do solo, os quais favoreceram o desenvolvimento radicular da cultura. Além disso, segundo Liu et al. (2015), o aumento da temperatura e da umidade do solo proporcionado pelo uso do plástico, provavelmente, aumenta a disponibilidade de nitrogênio devido à sua maior mineralização.

Por outro lado, Filipović et al. (2016), na cultura do pimentão, utilizaram três doses de fertilização nitrogenada e compararam os resultados sem cobertura e com cobertura nas cores preta, marrom, prata e branca. , de modo que não observaram taxa de absorção diferente entre os tratamentos. Entretanto, dependendo da dose aplicada, a lixiviação foi reduzida em mais da metade com a utilização do plástico como cobertura.

3.4 Propriedades físicas e químicas do solo

Wang et al. (2017), em dois locais semiáridos, na China, utilizando a cobertura plástica transparente por sete anos seguidos, verificaram aumentos na proporção de macroagregados estáveis em água ($> 0,25$ mm) nos primeiros 15 cm do solo cultivado com milho. Esses aumentos situaram-se entre 16 e 28%, conforme o local e o tempo da

amostragem. Conforme descreveram, essa melhoria na agregação do solo pode proporcionar um microambiente mais favorável ao crescimento de raízes, além de aumentar a atividade microbiana do solo. Por outro lado, o favorecimento do acúmulo de nitrato no solo cultivado com auxílio do plástico pode ter contribuído para aumentar sua acidez. Os autores verificaram redução no valor do pH em até 0,54 unidades e associaram-na ao aumento das concentrações de nitrato no solo devido à mineralização do nitrogênio estimulada pelo aumento da temperatura e umidade do solo.

3.5 Aquecimento do solo

O regime térmico de um solo é determinado pelo aquecimento de sua superfície pela radiação solar e transporte de calor sensível ao seu interior, que ocorre pelo processo de condução. Assim, a variação temporal e espacial de sua temperatura depende da interação entre a condutividade térmica, calor específico e emissividade com fatores intrínsecos e externos. Entre os fatores externos que afetam o balanço de energia na superfície, destacam-se: a irradiância solar global, a temperatura do ar, a nebulosidade, o vento e a chuva. Já os intrínsecos, são determinados pelo tipo de cobertura da superfície, relevo, e composição do solo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007). O *mulching* plástico colorido é um tipo de cobertura da superfície que atua como um fator microclimático, modificando o balanço de energia conforme as propriedades ópticas características de cada coloração (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993).

Aumentar a temperatura do solo, principalmente para regiões com temperaturas inferiores às recomendadas para o desenvolvimento de uma determinada cultura, é um dos principais benefícios dos plásticos. Conforme Bonachela et al. (2012), para locais com regimes subótimas de temperatura do ar e do solo, essa técnica pode ser benéfica à produção vegetal. Ela também pode reduzir a amplitude térmica do solo, atuando como um regulador térmico. As temperaturas mínimas são normalmente superiores quando comparadas às dos solos descobertos. Ham e Kluitenberg (1994), em Manhattan, Kansas, Estados Unidos, no verão, encontraram variação diária na temperatura do solo, medida a 10 cm de profundidade, em aproximadamente 24,0 a 36,5°C com solo descoberto, 27,0 a 39,0°C sob o plástico preto e 26,0 a 35,5°C com o branco.

Embora haja uma redução na amplitude térmica, a temperatura média dos solos cobertos com plásticos, normalmente, são superiores às dos descobertos. O trabalho

realizado por Shiukhy, Sarjaz e Chalavi (2015), na região do Mar Cáspio, Irã, mostrou valores maiores de 7,4°C e 4,4°C com a cobertura preta e com a branca em relação ao sem cobertura, respectivamente.

Ramakrishna et al. (2006), cultivando amendoim no norte do Vietnã, verificaram diferenças na profundidade de 5,0 cm, variando de 3,0°C a 3,4°C entre os tratamentos com e sem plástico (transparente), com três e 90 dias após a semeadura do amendoim, respectivamente. Também com o transparente, na região Noroeste da China, cultivando batata, Hou et al. (2010) obtiveram diferenças variando de 2°C a 9°C na temperatura do solo, medido a 5,0 cm de profundidade, em relação ao descoberto. Esse aumento na temperatura média do solo próximo à sua superfície está relacionado, principalmente, com a quantidade de energia proveniente da radiação solar e a absorvida e transferida ao solo na forma de calor. Assim, a intensidade de aquecimento depende do total diário de radiação recebida e da capacidade de absorção e/ou transmissão conferida pelas propriedades ópticas características de cada cor.

Teasdale e Abdul-Baki (1995) acompanharam a variação diária da temperatura do solo, medida a 15 cm de profundidade, e da radiação solar ao longo do dia na cultura do tomate após 10 dias do transplante em três tipos de cobertura: preta, cobertura morta e solo descoberto. A temperatura do solo aumentou ao longo do dia e o valor máximo ocorreu cerca de quatro horas após a incidência máxima de radiação e manteve-se sempre maior na cobertura com polietileno, seguida pelo solo descoberto. Avaliando o solo coberto com plásticos nas cores preta, vermelha e branca, Shiukhy, Sarjaz e Chalavi (2015) encontraram temperaturas maiores do que 2,9°C nas duas primeiras em comparação com a branca. Entre a preta e a vermelha, a diferença não foi significativa, mas, em média, a vermelha apresentou valor 0,8°C menor. Ribas et al. (2015) verificaram diferença superior a 13°C na temperatura do solo na região de Santa Maria, RS, entre as cores branca e preta, respectivamente. Por outro lado, Anikwe et al. (2007), na Nigéria, compararam o plástico de cor preta com o transparente no cultivo de *Colocasia esculenta* e obtiveram temperaturas entre 1°C e 2 °C superiores no transparente.

O tipo de material da cobertura plástica também pode influenciar na temperatura do solo. Moreno, Moreno e Mancebo (2009) observaram variação da temperatura do solo utilizando a mesma coloração plástica, mas constituída por materiais diferentes. Eles compararam três tipos de cobertura, duas pretas e uma prata, para as condições climáticas de Ciudad Real, Espanha. Entre as pretas, uma era biodegradável (13,75

micras) e a outra de polietileno (15 micras). Comparando-as, a temperatura do solo a 10 cm de profundidade foi sempre inferior com o filme biodegradável. Moreno e Moreno (2008), também encontraram menores temperaturas com os degradáveis quando comparados aos não degradáveis. Segundo os autores, uma maior permeabilidade dos materiais degradáveis facilita as trocas gasosas em campo aberto aquecendo menos o solo.

Além da cor e tipo de material da cobertura plástica, o dossel vegetativo também interfere no balanço de energia e na troca de calor entre a planta e o ambiente (TARARA, 2000). Assim, a intensidade de aquecimento do solo para um mesmo tipo de cobertura varia com o estágio de desenvolvimento da cultura. Quanto maior o sombreamento proporcionado pelo desenvolvimento da cultura menor é a intensidade no aquecimento. Zhao et al. (2012), cultivando batata em um agrossistema semiárido na região Noroeste da China, observaram temperatura superficial do solo (10 cm de profundidade) de até 3,2 °C superior no tratamento com o transparente em relação ao sem cobertura. Acompanhando a variação conforme o desenvolvimento da cultura, eles observaram que, à medida em que esta se desenvolveu, a diferença de temperatura entre os dois tratamentos diminuiu. Resultados semelhantes foram obtidos por Ban et al. (2009), em dois locais na Croácia, testando as cores preta, marrom, transparente, verde e branca na cultura da melancia. Moreno e Moreno (2008) atribuíram essa redução ao aumento do sombreamento proporcionado pelo crescimento da cultura. Nessa condição, menor quantidade de radiação atinge a superfície, diminuindo assim a quantidade de energia convertida em calor.

Como podemos notar a intensidade de aquecimento do solo sob as coberturas plásticas depende, principalmente, da interação entre a sua cor e as condições meteorológicas da época e local de cultivo, além do estágio de desenvolvimento da cultura. Chen et al. (2015) também relatam que as variações nas condições climáticas, como temperatura do ar e índice de aridez, influenciam a temperatura do solo. Steinmetz et al. (2016) descrevem ainda que, em zonas climáticas moderadas, quando comparadas com solos descobertos, a preta pode aumentar a temperatura do solo, enquanto que, em regiões quentes, a branca ou preta/branca pode reduzi-la. Reforça-se, então, a importância da escolha das colorações visando ajustar o padrão térmico às necessidades da cultura. Usar cores que aquecem o solo acima do preconizado pode prejudicar a fisiologia e o desenvolvimento das plantas conforme o grau de estresse provocado. Portanto, antes de definir o tipo e a cor da cobertura plástica a ser utilizada,

é base importante na tomada de decisão associar o padrão climático do local e época de cultivo às exigidas pela cultura.

3.6 Redução no consumo de água

A quantidade de água necessária para atingir determinada produtividade ou a proporção de biomassa vegetal produzida pela quantidade de água evapotranspirada é considerada uma medida da eficiência da planta no uso da água. Assim, técnicas agrônômicas que reduzem as perdas de água ou aumentem a produtividade podem melhorar a eficiência do uso da água na agricultura. Com o aumento da produção agrícola dependente de recursos cada vez mais críticos, aumentar a eficiência do uso da água cresce em importância (PASCALE et al., 2011).

A demanda hídrica de uma cultura, medida pela variação da evapotranspiração, depende das condições ambientais, das características da cultura e de práticas culturais (MORATIEL; MARTÍNEZ-COB, 2012), entre estas, o uso das coberturas plásticas. Atualmente, há uma demanda crescente por água, principalmente próximo aos grandes centros urbanos, nos quais o racionamento é uma realidade cada vez eminente. Nesse sentido, diminuir a demanda hídrica das culturas próximas a esses centros é uma alternativa para mitigar conflitos entre a população e a atividade agrícola. Contudo, a medida em que a população cresce, maior também é a quantidade de alimento exigida.

Além disso, estimativas de mudanças nos padrões de chuva e na frequência de períodos de estiagem causados pelas alterações climáticas podem aumentar a vulnerabilidade do uso da água na agricultura (LEE et al., 2016). Então, utilizar práticas culturais que diminuam a necessidade de água nas áreas agrícolas é uma das alternativas viáveis. Entre essas práticas, pode-se dispor do uso das coberturas plásticas. Estas atuam como uma barreira física contra a evaporação do solo favorecendo a retenção de água e, portanto, reduzindo a necessidade de irrigação. Em geral, os plásticos podem aumentar a produtividade e ao mesmo tempo diminuir a quantidade de água, o que promove uma maior eficiência no uso da água pela planta (FAN et al., 2017). Conforme Mukherjee, Kundu e Sarkar (2010), sob escassez de água, utilizar cobertura plástica pode ser uma boa opção para aumentar a eficiência dos recursos hídricos, sem redução significativa no rendimento.

Trabalhos em diversos locais têm confirmado essa maior eficiência no uso da água proporcionada por essas coberturas em várias culturas. Ramakrishna et al. (2006),

cultivando amendoim na região norte do Vietnã, obtiveram até 67 mm a mais de água no perfil de 0 a 90 cm entre os tratamentos com (transparente) e sem cobertura plástica. Amayreh e Al-Abed (2005), na cidade de Deir Ala, no vale do rio Jordão, determinaram valores de Kc para o cultivo de tomates conduzidos sobre plásticos irrigados por gotejamento e encontraram redução entre 31% e 40% em relação aos valores reportados pela FAO (ALLEN et al., 1998). Em um agrossistema semiárido, na região Noroeste da China, Zhao et al. (2012), comparando cultivo de batata com o filme transparente e solo descoberto, obtiveram aumentos em até 113% na eficiência do uso da água. Lima et al. (2017), cultivando melão em ambiente protegido em Lavras, MG, também obtiveram resultados semelhantes. Eles avaliaram cinco lâminas de irrigação de modo a verificar redução de aproximadamente 10% no consumo de água nos tratamentos com cobertura plástica dupla face branca/preta em comparação ao solo descoberto.

Essa maior eficiência no uso da água pode ser atribuída, entre outros fatores, à manutenção do teor de umidade do solo. Snyder et al. (2015) reportaram mais de 5% nos níveis de umidade conservada no solo com uso de coberturas plásticas em relação ao descoberto. Todavia, esses valores podem variar conforme o tipo de cobertura utilizada, bem como da época de instalação. Durante o cultivo de *Colocasia esculenta*, Anikwe et al. (2007) encontraram maior teor de água no solo cultivado com coberturas plásticas em relação ao descoberto. Porém, diferenças significativas foram encontradas entre a cobertura preta e a transparente. No perfil de 0 – 5,0 cm, os autores reportaram teores médios de umidade de 26,0%, 44,0% e 49,4% para o solo sem cobertura, com o plástico transparente e com o preto, respectivamente. Entretanto, Zhang et al. (2017), ao compararem a evapotranspiração e eficiência do uso da água pela batata na primavera/verão em Wuwei, Gansu, China, conduzida sem cobertura, na cobertura preta e na transparente, concluíram que esta última pode favorecer a economia de água.

Resultados encontrados por Khan et al. (2016), em Peshawar, Paquistão, confirmam maior teor de umidade em solos cobertos com plásticos, mas eles não obtiveram diferenças significativas entre as duas cores testadas (preta e transparente). Assim, o aumento no teor de água no solo é favorecido, principalmente, pela barreira física contra a evaporação da água quando comparado ao descoberto, mas entre as colorações pode estar relacionada à alteração no balanço de energia próximo à superfície do solo proporcionada pela cor da cobertura plástica.

Com relação à época de instalação, Liu et al. (2009), no semiárido da China, estudando a cultura do milho, reportaram maior quantidade de água no solo quando o

plástico (branco) foi instalado antes do início do cultivo no primeiro ano. Os autores ainda observaram que o tipo de cultivo associado à cobertura aumentou o armazenamento de água no solo. No ano seguinte, na camada de 0 a 200 cm, eles encontraram 18,2, 34,0 e 59,7 mm de água no cultivo de milho com a instalação do plástico feita no início da semeadura, instalação 30 dias antes da semeadura e deixando o plástico sobre o solo entre os dois cultivos, respectivamente.

3.7 Efeitos sobre as culturas

Além dos benéficos acima observados, maior desenvolvimento e produtividade frequentemente são reportados por pesquisas feitas em diferentes locais para várias culturas com o uso de coberturas plásticas coloridas sob a superfície do solo. Entretanto, a magnitude desses aumentos está associada às interações entre os efeitos das colorações plásticas com as condições climáticas e tipo de cultura. Nesse sentido, a eficiência da produção pode relaciona-se à escolha da cor mais adequada às condições climáticas do local ou época de cultivo e tipo de cultura e, assim, contribuir para uma agricultura mais eficiente e sustentável. A Figura 1.1 apresenta a distribuição geográfica de várias pesquisas conduzidas em diferentes épocas do ano, utilizando coberturas plásticas coloridas sobre a superfície do solo.

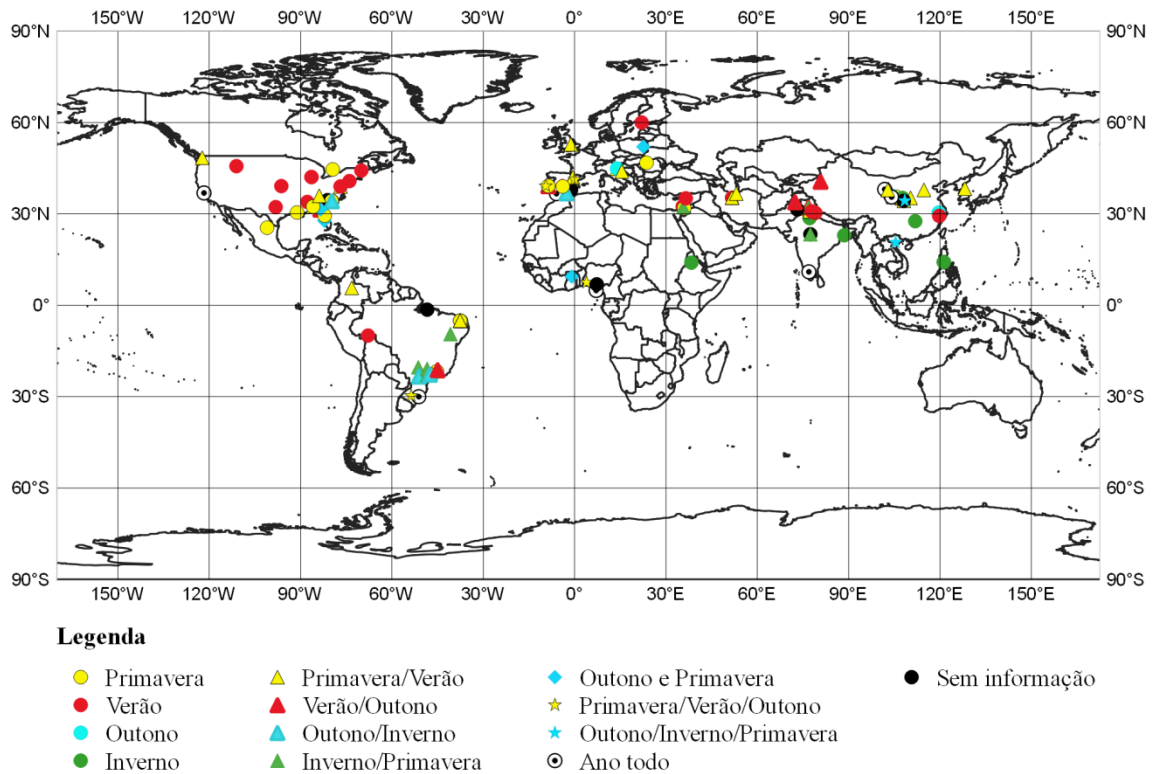


Figura 1.1 Uso de coberturas plásticas em diferentes locais e épocas de cultivo.

3.7.1 Crescimento e desenvolvimento

As modificações microambientais feitas pelas coberturas plásticas podem interferir nos processos fisiológicos das culturas de várias formas. Para o tomateiro conduzido em casa de vegetação, com a temperatura média do solo medida a 2,5 cm de profundidade sob as coberturas plásticas, situando-se próxima a 23°C, Decoteau et al. (1986) verificaram maior produção de biomassa nas cores branca e preta em comparação à prata e à vermelha nos 22 dias após o transplante (DAT), mas maior índice de área foliar sobre a branca, enquanto que internódios mais longos foram observados sobre a vermelha e a preta. Entretanto, 50 DAT obtiveram menor número de flores na branca e frutos maiores sobre a preta. Como conclusão, sugeriram que a maior proporção entre vermelho-distante/vermelho refletida pelas cores vermelha e preta resultaram em maiores internódios, enquanto a produção de biomassa, flores e frutos foi afetada pelo microambiente de luz e temperatura na zona radicular.

Decoteau et al. (1988) compararam plantas de tomate cultivadas sobre as cores preta e branca conduzidas em casa de vegetação e notaram que, apesar de apresentarem peso seco semelhantes, aquelas do plástico preto retornaram maiores alturas do que as do branco. Porém, ao comparar a morfologia da planta, obtiveram maior índice de área

foliar nas ramificações com o branco e, assim, embora os pesos tenham sido semelhantes, a morfologia do tomateiro foi diferente nas duas cores. Eles destacaram que as características de crescimento e desenvolvimento podem ter sido afetadas, de modo que a resposta parece estar relacionada à cor da cobertura plástica. Conforme medições feitas pelos autores, a cor preta aumentou a proporção entre vermelho-distante/vermelho e essas alterações afetaram a partição fotossintética do tomateiro e suas características de crescimento. Kasperbauer (1987) avaliou uma cultivar de soja conduzida em ambiente controlado e notou que uma maior taxa entre vermelho-distante/vermelho afetou sua partição de fotoassimilados. Segundo Kasperbauer (1988), o aumento nessa proporção pode aumentar a quantidade de CO₂ fixado e assim favorecer o desenvolvimento da planta.

Em pesquisa conduzida por Ahmad et al. (2011), em Faisalabad, Paquistão, com a cultura do pimentão, no tratamento com coberturas plásticas (preta e transparente), as plantas apresentaram desenvolvimento superior ao tratamento descoberto. Em média, o crescimento relativo e o índice de área foliar (IAF) foram 30 e 57% superior, respectivamente. Entre as duas coberturas plásticas, eles não obtiveram diferenças significativas e sugeriram maior temperatura do solo como um dos fatores responsáveis por esses aumentos. Quanto ao efeito da cor nessa cultura, Decoteau, Kasperbauer e Hunt (1990), no Estado de Carolina do Sul, Estados Unidos, na primavera/verão, compararam seu desenvolvimento utilizando a branca, a vermelha, a prata e a preta, e, em média, obtiveram maior altura com a preta e a vermelha e menor com a branca e a prata, não sendo notadas diferenças dentro desses dois grupos. Para o peso seco de raízes, obtiveram valor estatisticamente igual entre a vermelha e a branca, e menor com a prata. Segundo os autores, mesmo quando a temperatura do solo era próxima entre as colorações, ocorriam modificações no crescimento, e sugeriram que o pimentão também responde a pequenas mudanças no microambiente de luz feito pela cor da cobertura plástica.

Na cultura do inhame (*Colocasia esculenta*) Anikwe et al. (2007), no sudeste da Nigéria, obtiveram alturas de plantas e índice de área foliar em até 67% e 77% superiores, quando cultivadas no plástico preto e sem cobertura, respectivamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Jayakumar, Janapriya e Surendran (2017), com o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), durante cinco anos de avaliação, em Coimbatore, Índia, e por Zhao et al. (2012), no cultivo de batata, na China durante a primavera/verão. Entre as principais justificativas e conclusões obtidas nessas três

pesquisas estão: melhorias nas condições edáficas e térmicas; maior eficiência no uso da água e fertilizantes; e melhorias na umidade do solo e térmica durante a estação de crescimento, respectivamente.

Com duas cultivares de melancia conduzidas durante a primavera/verão em Baton Rouge, Estados Unidos, Andino e Montsenbocker (2004) encontraram maior crescimento utilizando diferentes cores de coberturas plásticas (preta, marrom, vermelha, azul, verde, prata, amarela e branca) em relação ao solo sem cobertura em dois experimentos. Entretanto, para uma das cultivares avaliada no primeiro cultivo, maior crescimento foi obtido com a cor preta; enquanto que no segundo, tal resultado foi obtido com as cores prata e vermelha. Para a outra cultivar, não foram notadas diferenças entre as colorações nos dois experimentos. Os autores sugeriram que as alterações no microambiente proporcionadas pelas colorações influenciaram o crescimento da cultura.

Bogiani et al. (2008), em Ilha Solteira-SP, durante o inverno/primavera avaliando as cores preta e a branca, aos 45 DAT, obtiveram maiores alturas no tomateiro cultivado sobre a cor preta em relação ao sem cobertura; e com a cor branca apresentando resultados intermediários sem diferir das duas anteriores. Entretanto, essas influências nem sempre são notadas. Em Baraúna, Rio Grande do Norte, Lopes et al. (2011) descreveram parâmetros de crescimento do tomateiro similares entre as coberturas plásticas branca, prata e preta no cultivo de inverno/primavera. Lucena et al. (2013), em Baraúna, Rio Grande do Norte, também não observaram diferenças no crescimento do tomateiro nas avaliações feitas a cada duas semanas, até 112 DAP, durante a primavera/verão, utilizando as colorações plásticas preta, preta/branca e preta/cinza.

Quanto aos efeitos da cobertura no florescimento, Ramakrishna et al. (2006), no cultivo de amendoim, norte do Vietnã, em duas épocas do ano, outono/inverno e primavera, observaram antecipação no florescimento de 4 a 6 dias no tratamento conduzido sobre plástico transparente em comparação ao descoberto e associaram-na ao maior vigor das plantas. Ahmad et al. (2011), Faisalabad, Paquistão, com a cultura do pimentão cultivada sobre os filmes plásticos transparente e preto, e alguns materiais orgânicos, obtiveram menor tempo de florescimento com o uso de coberturas plásticas, mas diferentes entre estas. Em relação ao solo descoberto (73 dias), encontraram antecipação de 16, 13 e 11 dias com o transparente, o preto e palha de arroz,

respectivamente. Conforme os autores, maiores temperaturas no solo promoveram o florescimento precoce da cultura.

3.7.2 Produtividade

Entre os principais benefícios das coberturas plásticas à agricultura, destacam-se aumentos na produtividade. Quando comparados aos cultivos sem cobertura plástica, embora variações ocorram entre locais e culturas, aumentos na produtividade são frequentemente reportados. No Noroeste da China, Zhao et al. (2012), com o cultivo de batata na primavera/verão, obtiveram incrementos entre 60% e 160% na produtividade com o plástico transparente. Hou et al. (2010), também cultivando batata na região Noroeste da China nesta época e com o transparente, obtiveram produtividade até 11% superior. Com o tomateiro de primavera/verão em Rudraprayag, Índia, Singh e Kamal (2012) obtiveram incrementos produtivos entre 21% e 30%; e Singh et al. (2015), em Kandaghat, Solan, Índia, de 19% utilizando a cobertura preta. Também Ferreira et al. (2009) com duas cultivares de alface, em Rio Branco, Acre, obtiveram produtividade comercial aproximadamente 25% maior utilizando cobertura plástica prata durante o verão em comparação ao solo descoberto.

Para o cultivo de amendoim na primavera e no outono/inverno, região norte do Vietnã, Ramakrishna et al. (2006) obtiveram produtividade próximo de 70% e 120% superior ao sem cobertura utilizando a cobertura transparente. Campagnol et al. (2014) compararam a cobertura plástica preta com o solo sem cobertura para as condições da primavera de Piracicaba, SP, e obtiveram aumentos superiores a 10% na produtividade do tomateiro híbrido San Vito e, entre outras atribuições, relacionaram esse aumento ao controle térmico do solo, menor lixiviação de nutrientes e umidade mais elevada na camada superficial no solo coberto. Rao et al. (2017) afirmaram que menor evaporação e competição com plantas daninhas devido à cobertura aumenta a retenção de umidade, garantindo maior absorção de nutrientes

Quando se utiliza colorações distintas, os efeitos sobre os parâmetros produtivos são variáveis, quer seja, entre locais, épocas ou culturas. Yaghi, Arslan e Naoum (2013), na Síria, com a cultura do pepino, no verão, encontraram produtividade maior sobre as coberturas com temperatura do solo mais elevadas seguindo a ordem transparente > preto > solo descoberto, com temperatura média diária medida a 5,0 cm de profundidade, de 28,7, 25,7 e 21,5°C, respectivamente. Entretanto, com a batata de

primavera/verão, em Wuwei, Gansu, China, Zhang et al. (2017) não encontraram diferenças na produtividade entre as coberturas transparente e preta. Enquanto que com a preta, Ahmad et al. (2011), Paquistão, cultivando pimentão, obtiveram maior produtividade e peso por fruto em relação ao transparente. Os autores não informaram a época de cultivo nem as temperaturas do solo sobre os tratamentos. Com o quiabeiro cultivado no verão em Shorter, Estados Unidos, Gordon et al. (2010) também obtiveram maior produtividade total utilizando a cor preta em relação à branca, prata e vermelha.

Para o cultivo do meloeiro durante a primavera em Baraúna, Rio Grande do Norte, Dantas, Medeiros e Freire (2011) não reportaram diferenças significativas na produtividade utilizando as cores branca, preta e prata. Dantas et al. (2013) com a cultura da melancia para as condições da primavera em Baraúna, RN, ao avaliar as cores preta, prata e branca obtiveram maiores produtividades em relação à testemunha, mas não encontraram diferenças entre as cores. Enquanto que Rao et al. (2017), com a melancieira de inverno em Bhopal, Índia, reportaram incrementos na produtividade em 132%, 112%, 95%, 80%, 68%, 61% e 39% utilizando as cores prata, preta, vermelha, azul, rosa, amarela e orgânica, respectivamente.

Ao avaliar o cultivo de brócolis em duas épocas, uma na primavera e outra no outono, em Tifton, Estados Unidos, Díaz-Pérez (2009) concluíram que maiores efeitos sobre a produção são obtidos na primavera e a utilização de cores escuras a favorece, provavelmente devido à sua capacidade de aquecimento do solo. Em Bangladesh, Malásia, Ashrafuzzaman et al. (2011), cultivando pimentão no outono/inverno, concluíram que a cobertura plástica preta aumenta sua produtividade. Por outro lado, no cultivo do pimentão durante o outono, em Tifton, Estados Unidos, Díaz-Pérez (2010) concluíram que, por aumentar a temperatura média do solo acima da faixa preconizada pela cultura, cores escuras afetam sua produção de frutos por elevar o estresse térmico quando comparadas às coberturas prata e branca.

Comparando sistemas de cultivo associado (*Colocasia esculenta*) às coberturas plásticas transparente e preta, Anikwe et al. (2007), na Nigéria, com as temperaturas do solo (5,0 cm) durante o cultivo variando entre 27,0 e 30,3°C medida em torno das 12 horas, obtiveram produção cerca de 30% maior com a preta. Entre outras atribuições, os autores afirmaram que maior absorção de energia pela cor preta reduziu o tempo de emergência, melhorou o estado de umidade do solo e diminuiu a competição com as plantas daninhas, oferecendo melhores condições edáficas para o desenvolvimento da cultura, o que resultou em maior produtividade. Eles obtiveram temperatura do solo e

volume de água na camada de 0,0 a 5,0 cm até 2°C inferiores e 3,4% superiores, respectivamente, com a preta no início do cultivo em comparação à transparente.

Para as condições de inverno/primavera com o tomateiro em Ilha Solteira, SP, Bogiani et al. (2008), avaliando as cores preta e a branca, não obtiveram diferenças na produtividade em relação ao sem cobertura. Nessa mesma cultura, conduzida no inverno em Gayeshpur, Índia, Mukherjee, Kundu e Sarkar (2010) reportaram aumentos de 16 Mg ha⁻¹ (59%) e 7 Mg ha⁻¹ (27%) com uso da cobertura plástica preta e a branca quando comparadas ao sem cobertura, respectivamente. Também para o tomateiro de inverno no Norte de Bhopal, Índia, as coberturas vermelha, preta, prata e orgânica aumentaram a produtividade em 65%, 57%, 45% e 22%, respectivamente (RAO et al., 2016). Ao passo que Rajablariani, Hassankhan e Rafezi (2012), Irã, obtiveram aumentos de 65%, 50%, 40%, 26% e 24% nas coberturas preta/prata, preta, azul, vermelha e transparente, cultivando tomateiro na primavera/verão, respectivamente. Já nessa mesma época e cultura, Lucena et al. (2013), em Baraúna, RN, reportaram maior produtividade com a cor branca em comparação à preta e à preta/cinza.

Para Rao et al. (2016), os resultados sugerem que a cor da cobertura induz alterações no microclima (equilíbrio espectral e quantidade de luz, temperaturas da zona radicular) que podem agir nos sistemas reguladores naturais do tomateiro e afetar sua produção. Conservação da umidade e microclima melhorado, tanto abaixo como acima da superfície do solo e controle eficiente de plantas daninhas, especialmente na cobertura preta/prata e preta, também podem incrementar a produtividade do tomateiro (RAJABLARIANI; HASSANKHAN; RAFEZI, 2012).

Testando as cores branca, vermelha e preta no morangueiro na região do Mar Cáspio, Irã, para as condições de verão/outono, Shiukhy, Sarjaz e Chalavi (2015) obtiveram maiores produtividades na primeira colheita com a cor vermelha, seguida da preta e da branca. Na produtividade total, eles não obtiveram diferenças significativas entre as cores, mas maiores frutos foram obtidos com a cor vermelha. Segundo os autores, a antecipação da colheita e o tamanho dos frutos pode estar relacionado a um microambiente térmico mais favorável, bem como à qualidade da luz refletida pelas colorações. Conforme Kasperbauer, Loughrin e Wang (2001), o aumento na taxa de luz vermelho-distante e vermelho refletida pela cobertura plástica atua na partição fotossintética da planta e pode favorecer o desenvolvimento de frutos. Entre as cores amarela, laranja, prata, vermelha e verde testadas por Franquera e Mabesa (2016) em duas cultivares de alface, em Los Banos, Filipinas, feitas no inverno, maior

produtividade foi encontrada com a vermelha. Segundo os autores, maior produtividade obtida com essa cor pode ser em função da sua capacidade de aumentar a proporção de luz refletida entre vermelho-distante e vermelha, o que gerou resposta positiva do fitocromo em culturas específicas.

Além de diferir entre os locais, Ban et al. (2009), na Croácia, também encontraram diferentes produtividades com a cultura da melancia entre anos distintos conduzidas na primavera/verão. Eles avaliaram os plásticos transparentes, preto, marrom, verde e branco durante três anos. Enquanto no primeiro ano, em um dos locais, maior produtividade foi obtida com o preto, no segundo e terceiro, tal resultado foi obtido com o transparente; já o preto apresentou o menor resultado no terceiro ano. Conforme resultados divulgados, no primeiro ano, a temperatura média do solo (5,0 cm de profundidade) durante o experimento foi de 31,7°C, 32,6°C, 33,8°C e 32,2°C nas cores preta, marrom, transparente e verde, respectivamente. Nos dois anos seguintes, a temperatura do solo sob as coberturas plásticas diminuiu e a maior produtividade foi obtida no plástico que apresentou o maior valor (cerca de 30°C). Entretanto, os autores não encontraram correlação entre a temperatura do solo e o rendimento.

Versões degradáveis têm sido propostas para minimizar acúmulos de materiais plásticos na superfície do solo, de modo que os benefícios obtidos podem ser mantidos em comparação aos não degradáveis. Testando coberturas plásticas degradáveis no cultivo do morangueiro, Londrina, Paraná, no outono/inverno, Bilck, Grossmann e Yamashita (2010) concluíram que esses materiais são eficientes, pois proporcionaram qualidade e produção semelhante ao não degradável. Na região de Ribatejo, Portugal, Costa et al. (2014), cultivando morango, no outono/inverno, comparando quatro versões degradáveis também obtiveram produtividade semelhante ao não degradável. Gu, Li e Du (2017), em uma região árida e semiárida, Yangling, Shaanxi, China, com a cultura da canola conduzida durante o outono/inverno/primavera em três anos consecutivos, apesar de terem registrado produtividade entre 5,0 e 6,4% menor utilizando cobertura degradável, as quedas não foram significativas em relação ao não degradável.

Por outro lado, Mirshekari et al. (2012), cultivando milho doce em Varamin, Irã (verão), verificaram redução em até 41% na produtividade de grãos utilizando uma cobertura plástica biodegradável em comparação ao solo descoberto e afirmaram ineficiência no controle de plantas daninhas como uma das razões para tal queda. Com o polietileno preto, a produtividade foi 14% e 13% maior e inferior ao solo descoberto no primeiro e segundo ano de cultivo, respectivamente. Além dos processos envolvidos na

degradação, condições climáticas dos locais e épocas de cultivo interferem na sua degradabilidade (HAYES et al., 2017) e podem reduzir os efeitos das colorações plásticas sobre as culturas.

3.7.3 Qualidade química da produção

Outro benefício do uso do plástico para cobrir a superfície do solo é a melhoria da qualidade do produto colhido. Dependendo da cultura, também há melhora da qualidade nutricional, conforme resultados obtidos por Shiukhy, Sarjaz e Chalavi (2015) com a cultura do morango, na região do Mar Cáspio, Irã, durante a primavera/verão. Maior conteúdo de antocianina e flavonoides foi obtido com a cor vermelha, em comparação à preta e à branca. Eles consideraram que a qualidade da luz refletida pela cor vermelha foi responsável por esses aumentos. Conforme relataram, uma maior proporção entre o vermelho-distante/vermelho pode ter promovido aumento na qualidade nutricional dos frutos. Resultados obtidos por Sharma, Sharma e Spehia (2013), em Nauni, Solan, Índia, em casa de vegetação, também reportaram maior teor de sólido solúvel (TSS) em frutos de morangos cultivados sobre a cobertura vermelha, em comparação à amarela, preta e sem cobertura.

Por outro lado, nessa mesma cultura, mas para as condições da primavera/verão de Boyaca, Colômbia, Casiera-Posada, Fonseca e Vaughan (2011) obtiveram maior teor de sólido solúvel (TSS) com a cor preta, em comparação à vermelha, verde, prata, azul e amarela. Enquanto que Campagnol et al. (2014), trabalhando com o híbrido de tomateiro San Vito, em Piracicaba, SP, na primavera, obtiveram redução de 6% no TSS utilizando a cobertura plástica preta em relação ao solo sem cobertura. Segundo os autores, esse efeito pode estar relacionado com o aumento do teor de umidade na camada superficial do solo. Contudo, Kasperbauer, Loughrin e Wang (2001), para as condições de outono/inverno de Florence, Estados Unidos, obtiveram maior teor de açúcar nos frutos de morangos colhidos sobre a vermelha em comparação à preta, quando seu desenvolvimento ocorreu com predomínio de dias ensolarados; mas quando predominaram dias nublados, eles não encontraram diferenças no teor de açúcar. Eles também sugeriram que o aumento no teor de açúcares pode estar relacionado à maior taxa vermelho-distante/vermelho.

Porém, em Cluj-Napoca, Romênia, conforme Pop et al. (2013), morangos cultivados em cobertura plástica preta durante a primavera tiveram porcentagem menor

de sólidos solúveis do que em cobertura morta e agrotêxtil, provavelmente devido às alterações feitas na temperatura do dossel e solo, no teor de umidade e qualidade da luz transmitida, refletida ou absorvida. Anttonen et al. (2006), cultivando morangos na Finlândia durante o verão, encontraram teores mais elevados de compostos fenólicos totais nos frutos utilizando a cobertura branca quando comparada à marrom, mas concluíram que controlar as interações entre os fatores na produção em campo aberto pode ser um desafio.

3.8 Outros benefícios

O aquecimento global é frequentemente reportado nos noticiários e a agricultura tem papel importante nas modificações promovidas sobre a superfície terrestre, contribuindo significativamente para essa tendência. Um dos gases relacionados ao aquecimento global é o óxido nitroso (N_2O). Este é resultado dos processos de nitrificação e desnitrificação ocorrido no solo. Como o nitrogênio é um dos elementos mais utilizados na agricultura, buscar práticas que minimizem sua emissão para a atmosfera pode contribuir para desacelerar o ritmo de aquecimento estimado.

Estudos feitos por Yu et al. (2017) para uma região semiárida, na China, mostraram que a cobertura plástica é uma maneira eficiente de lidar com o aumento das emissões de N_2O para a atmosfera. Simulando cenários futuros de aquecimento global, esses autores estimaram reduções em até 14% na emissão de N_2O quando utilizada a cobertura plástica. Berger et al. (2013), em um experimento na Coreia do Sul, observaram que a cobertura plástica reduziu as emissões de N_2O para 68% em relação à verificada em solo descoberto. Entretanto, Nan et al. (2016), em um local semiárido com temperatura média anual próxima a $9^\circ C$, obtiveram maior emissão de N_2O no solo coberto com plásticos em relação ao descoberto.

4 PRINCIPAIS PROBLEMAS DO USO DE COBERTURAS PLÁSTICAS

Embora sejam vários os benéficos reportados, o uso da cobertura plástica sobre a superfície do solo também apresenta problemas. Entre as principais consequências negativas relacionadas ao seu uso na agricultura estão os impactos ambientais e o manuseio dos resíduos gerados (MORENO; MORENO, 2008). Mesmo para os produtos degradáveis, pouco se sabe sobre sua sustentabilidade tanto em termos ambientais quanto agronômicos (STEINMETZ et al., 2016).

Um dos principais problemas relacionados a esse tipo de cobertura é a geração de resíduos plásticos e sua persistência no ambiente, além da dificuldade de remoção completa após a colheita da cultura (CIRUJEDA et al., 2012). Pesquisa desenvolvida por Jiang et al. (2017) verificou também que a presença desses resíduos no solo modificou suas propriedades físicas e causou uma distribuição heterogênea da água na zona radicular da cultura. Enquanto Anzalone et al. (2010) apontaram a possibilidade de contaminação de culturas intolerantes durante a operação de colheita. Soma-se ainda que a presença de resíduos plásticos nas áreas agrícolas pode dificultar os cultivos seguintes, principalmente nas áreas de plantio direto, prática dominante no Brasil.

O uso de produtos degradáveis para sua confecção tem sido mais comum, de modo a eliminar o principal problema até então. Algumas opções disponíveis são compostas por materiais fotodegradáveis, biodegradáveis, polímeros orgânicos e papel (ANZALONE, et al., 2010). Entretanto, segundo Steinmetz et al. (2016), ainda pouco se sabe sobre os processos bioquímicos envolvidos na decomposição desses materiais e relata a importância da sua compressão sobre os riscos de degradação do solo. Conforme os autores, essa elucidação necessita de estudos de longo prazo associando experimentos de campos e ensaios laboratoriais. Então, o uso de coberturas plásticas na agricultura deve ser consciente para minimizar os efeitos negativos e garantir sustentabilidade dos benefícios conseguidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme apontado nessa revisão, cobrir a superfície do solo com plásticos é uma opção para favorecer o desenvolvimento da cultura, aumentar a produtividade, a qualidade e eficiência da produção. Além de serem eficientes no controle de plantas daninhas, aumentar a eficiência do uso da água e fertilizantes, quando se adiciona cor à cobertura plástica, benefícios adicionais podem ser obtidos. As colorações plásticas podem favorecer o controle de pragas e doenças, controlar a intensidade de aquecimento do solo, potencializar o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade da cultura, além de melhorar a qualidade química sendo uma opção para aumentar a concentração de açúcares nos frutos.

Para o controle de pragas e doenças, cores com maior refletância têm se destacado, sendo a preta/prata (prata voltada para cima) uma das mais empregadas para esse fim devido ao efeito repelente sobre alguns insetos-pragas importantes na transmissão de doenças causadas por vírus, sendo assim recomendadas para esse propósito. Por outro lado, maior concentração de açúcares foi relatada com colorações plásticas que alteram a qualidade da luz refletida, com destaque para as cores vermelha e preta, tornando-as uma escolha quando o objetivo é aumentar o teor de sólido solúvel nos frutos.

Entretanto, para o crescimento e produtividade das culturas, a escolha deve ser criteriosa a fim de selecionar a cor mais adequada às condições meteorológicas locais ou da época de cultivo, bem como às exigências climáticas da cultura. Assim, pesquisas são fundamentais para a tomada de decisão. Na falta de pesquisas locais para uma determinada cultura, por possuírem maior refletância e, conseqüentemente, aquecerem menos o solo, cores claras como a branca ou preta/branca, podem ser recomendadas para épocas ou locais com temperaturas mais elevadas, ao passo que cores escuras como a preta, para épocas ou locais com temperaturas mais amenas. Porém, independentemente da cor utilizada, para manter a sustentabilidade dos benefícios conseguidos, o uso de coberturas plásticas deve ser consciente, pois mesmo para as versões degradáveis, os processos bioquímicos envolvidos necessitam de esclarecimentos.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, I.; HUSSAIN, Z.; RAZA, S.; MEMON, N.; NAQVI, S. A. Response of vegetative and reproductive components of Chili to inorganic and organic mulches. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. Faisalabad, v. 48, n. 1, p. 19–24, 2011. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2011/20113221214.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, 1998. Disponível em: https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Ed. UFLA, 2004, 393p.
- AMAYREH, J.; AL-ABED, N. Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 73, n. 3, p. 247–254, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.10.008>
- ANDERSEN, P. C.; OLSON, S. M.; MOMOL, M. T. Effect of plastic mulch type and insecticide on incidence of tomato spotted wilt, plant growth, and yield of tomato. **HortScience**. Alexandria, v. 47, n. 7, p. 861–865, 2012. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.7.861>
- ANDINO, J. R.; MOTSENBOCKER, C. E. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. **HortScience**. Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1246–1249, 2004. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.6.1246>
- ANIKWE, M. A. N.; MBAH, C. N.; EZEAKU, P. I.; ONYIA, V. N. Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. **Soil and Tillage Research**. London, v. 93, n. 2, p. 264–272, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.04.007>
- ANTTONEN, M. J.; HOPPULA, K. I.; NESTBY, R.; VERHEUL, M. J.; KARJALAINEN, R. O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Davis, n. 54, p. 2614–2620, 2006. <https://doi.org/10.1021/jf052947w>
- ANZALONE, A.; CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; PARDO, G.; ZARAGOZA, C. Effect of biodegradable mulch material on weed control in processing tomatoes. **Weed Technology**. Lawrence, v. 24, n. 3, p. 369–377, 2010. <https://doi.org/10.1614/WT-09-020.1>

- ASHRAFUZZAMAN, M.; HALIM, M. A.; ISMAIL, M. R.; SHAHIDULLAH, S. M.; HOSSAIN, M. A. Effect of Plastic Mulch on Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annuum* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 54, n. 2, p. 321–330, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132011000200014>
- BAN, D.; ZANIC, K.; DUMICIC, G.; CULJAK, T. G.; BAN, S. G. The type of polyethylene mulch impacts vegetative growth, yield and aphid population in watermelon production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**, Helsinki, v. 7, n. 3–4, p. 543–550, 2009. Disponível em: <http://bib.irb.hr/datoteka/432177.64.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.
- BERGER, S.; KIM, Y.; KETTERING, J.; GEBAUER, G. Plastic mulching in agricultural – Friend or foe of N₂O emissions? **Agriculture, Ecosystems and Environment**. [S.l.], v. 167, p. 43–51, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.01.010>
- BILCK, A. P.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Biodegradable mulch films for strawberry production. **Polymer Testing**. [S.l.], v. 29, n. 4, p. 471 – 476, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2010.02.007>
- BOGIANI, J. C.; ANTON, C. S.; SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SENO, S. Tip pruning, plant density and plastic mulching in tomato yield in protected cultivation. **Bragantia**. Campinas, v. 67, n. 1, p. 145–151, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100018>
- BONACHELA, S.; GRANADOS, M. R.; LÓPEZ, J. C.; HERNÁNDEZ, J.; MAGÁN, J. J.; BAEZA, E. J.; BAILLE, A. How plastic mulches affect the thermal and radiative microclimate in an unheated low-cost greenhouse. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 152, p. 65–72, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.09.006>
- CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C.; MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S. C.; MINAMI, K. Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na cultura do tomateiro. **Irriga. Botucatu**, v. 19, n. 3, p. 345–357, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p345>
- CASIERA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**. Bogotá, v. 29, n. 3, p. 407–413, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n3/v29n3a09>. Acesso em: 10 out. 2017.
- CHEN, Y.; LIU, T.; TIAN, X.; WANG, X.; LI, M.; WANG, S.; WANG, Z. Effects of plastic film combined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau. **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 172, p. 53–58, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.11.016>
- CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; ANZALONE, A.; MARTÍN-CLOSAS, L.; MECO, R.; MORENO, M. M.; PARDO, A.; PELACHO, A. M.; ROJO, F.; ROYO-ESNAL, A.; SUSO, M. L.; ZARAGOZA, C. Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. **Agronomy for Sustainable Development**. Paris, v. 32, n. 4, p. 889–897, 2012. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0084-y>

COSTA, R.; SARAIVA, A.; CARVALHO, L.; DUARTE, E. The use of biodegradable mulch films on strawberry crop in Portugal. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 173, p. 65–70, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.04.020>

DANTAS, D. C.; MEDEIROS, J. F.; FREIRE, A. G. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 42, n. 3, p. 652–661, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300011>

DANTAS, M. S. M.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; CRUZ, C. A.; CUNHA, A. P. A. Yield and quality of watermelon grown under nonwoven textile protection combined with plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 824–829, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000800004>

DECOTEAU, D. R. KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. **HortScience**. Alexandria, v. 25, n. 4, p. 460–462, 1990. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.25.4.460>

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Colored plastic mulches and tomato morphogenesis. In: **PROC. Natl. Agr. Plastics Conf.** v. 19, p. 240–248, 1986. Disponível em: http://php.scripts.psu.edu/users/d/r/drd10/Site/Publications_files/ColoredMulchesTomatoMorph.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 34, p. 169–175, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90089-1](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90089-1)

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 114, n. 2, p. 216–219, 1989. Disponível em: http://www.personal.psu.edu/drd10/Site/Publications_files/MulchColorTomatoYield.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Pleck) var *italica*] as affected by plastic film mulches. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 123, p. 156–163, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.08.014>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BATAL., K. D.; GRANBERRY, D.; BERTRAND, D.; GIDDINGS, D. Growth and yield of tomato on plastic film mulches as affected by tomato spotted wilt virus. **HortScience**. Alexandria, v. 38, n. 3, p. 395 – 399, 2003. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.3.395>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; GITAITIS, R.; MANDAL, B. Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted will symptoms and yield of tomato. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 114, p. 90–95, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.013>

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. **HortScience**. Alexandria, v. 48, n. 5, p. 1196–1204, 2010. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/45/8/1196>. Acesso em: 10 out. 2017.

FAN, Y.; DING, R.; KANG, S.; HAO, X.; DU, T.; TONG, L.; LI, S. Plastic mulch decreases available energy and evapotranspiration and improves yield and water use efficiency in a irrigated maize cropland. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 179, p. 122–131, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.019>

FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, S. S.; ABUD, E. A.; REZENDE, M. I. F. L.; KUSDRA, J. F. Combinações entre cultivares, ambientes, preparo e cobertura do solo em características agronômicas de alface. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 27, n. 3, p. 383–387, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000300023>

FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M.; BOROŠIĆ, J.; FILIPOVIĆ, L.; MALLMANN, F. J. K.; ROBINSOND, D. A. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: Experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 176, p. 100–110, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.020>

FRANQUERA, E. N. Influence of different colored plastic mulch on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*). **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**. Tehran, v. 1, n. 2, p. 97–104, 2011. Disponível em: <http://www.sid.ir/En/Journal/ViewPaper.aspx?ID=231720>. Acesso em: 20 mar. 2015.

FRANQUERA, E. N.; MABESA, R. C. Colored plastic mulch effects on the yield of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and Soil Temperature. **Journal of Advanced Agricultural Technologies**. [S.l.], v. 3, n. 2, p. 155–159, 2016. <https://doi.org/10.18178/joaat.3.3.155-159>

GORDON, G. G.; FOSHEE, W. G.; REED, S. T.; BROWN, J. E.; VINSON, E. L. The effect the colored plastic mulches and row covers on the growth and yield of okra. **HortTechnology**. Alexandria, v. 20, n. 1, p. 224–233, 2010. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.1.224>

GU, X.; LI, Y.; DU, Y. Biodegradable film mulching improves soil temperature, moisture and seed yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Soil & Tillage Research**. London, v. 171, p. 42–50, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.04.008>

HAM, J. M.; KLUITENBERG, G. J. Modeling the effect of mulch optical properties and mulch-soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 71, n. 3–4, p. 403–424, 1994. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0168-1923(94)90022-1)

HAM, L. M.; KLUITENBERG, G. J.; LAMONT, W. J. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 118, n. 2, p. 188–193, 1993.

<https://doi.org/10.21273/JASHS.118.2.188>

HAYES, D. G.; WADSWORTH, L. C.; SINTIM, H. Y.; FLURY, M.; ENGLISH, M.; SCHAEFFER, S.; SAXTON, A. M. Effect of diverse weathering conditions on the physicochemical properties of biodegradable plastic mulches. **Polymer Testing**. [S.l.], v. 62, p. 454–467, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2017.07.027>

HOU, X.; WANG, F.; HAN, J.; KANG, S.; FENG, S. Duration of plastic mulch for potato growth under drip irrigation in an arid region of Northwest China. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 150, p. 115–121, 2010.

<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.09.007>

JAYAKUMAR, M.; JANAPRIYA, S.; SURENDRAN, U. Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient use efficiency and economic benefits. **Agricultural Water Management**.

Spain, v. 182, p. 87–93, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.012>

JIANG, X. J.; LIU, W.; WANG, E.; ZHOU, T.; XIN, P.; Residual plastic mulch fragments effects on soil physical properties and water flow behavior in the Minqin Oasis, northwestern China. **Soil and Tillage Research**. London, v. 166, p. 100–107, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.10.011>

KASIRAJAN, S.; NGOUAJIO, M. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. **Agronomy for Sustainable Development**. [S.l.], v. 32, n. 2, p. 501–529, 2012. <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0068-3>

KASPERBAUER, M. J. Far-Red Light Reflection from Green Leaves and Effects on Phytochrome-Mediated Assimilate Partitioning under Field Conditions. **Plant Physiology**. Bethesda, v. 85, n. 2, p. 350–354, 1987.

<https://doi.org/10.1104/pp.85.2.350>

KASPERBAUER, M. J. Phytochrome involvement in regulation of the photosynthetic apparatus and plant adaptation. **Plant Physiology and Biochemistry**. [S.l.], v. 26, n. 4, p. 519–524, 1988. Disponível em:

<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=18394&content=PDF>.

Acesso em: 29 jan. 2018.

KASPERBAUER, M. J.; LOUGHRIN, J. H.; WANG, S. Y. Light reflected from red mulch to ripening strawberries affects aroma, sugar and organic acid concentrations. **Photochemistry and Photobiology**. [S.l.], v. 74, n. 1, p. 103–107, 2001.

[https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2001\)074<0103:LRFRTM>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2001)074<0103:LRFRTM>2.0.CO;2)

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**. Saint Paul, v. 66, p. 663–668, 1976.

<https://doi.org/10.1094/Phyto-66-683>

KHAN, M. N.; AYUB, G.; ILYAS, M.; KLAN, M.; HAQ, F. U.; ALI, J.; ALAM, A. Effect of different mulching materials on weeds and yield of chili cultivar. **Pure and Applied Biology**. Quetta, v. 5, n. 4, p. 1160–1170, 2016.

<https://doi.org/10.19045/bspab.2016.50139>

KUMAR, S.; DEY, P. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 127, n. 3, p. 318–324, 2011.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.023>

LAMENT JR., W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **HortTechnology**, Alexandria, v. 3, n. 1, p. 35–39, 1993.

<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.3.1.35>

LAMONT JR., W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. A guide to the manufacture, performance, and potential of plastics in agriculture. **Plastics Design Library**. [S.l.], p. 45–60, 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102170-5.00003-8>

LEE, S. H.; YOO, S. H.; CHOI, J. Y.; ENGEL, B. A.; Effect of climate change on paddy water use efficiency with temporal change in the transplanting and growing season in South Korea. **Irrigation Science**. [S.l.], v. 34, n. 6, p. 443–463, 2016.

<https://doi.org/10.1007/s00271-016-0514-8>

LIAKATAS, A.; CLARK, J. A.; MONTEITH, J. L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 36, p. 227–239, 1986. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(86\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0168-1923(86)90037-7)

LIMA, E. M. C.; CARVALHO, J. A.; VIOL, M. A.; REZENDE, F. C.; THEBALDI, M. S.; DIOTTO, A. D. Economic analysis of irrigated melon cultivated in greenhouse with and without soil plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 21, n. 7, p. 471–475, 2017.

<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p471-475>

LIU, C. A.; JIN, S. L.; ZHOU, L. M.; JIA, Y.; LI, F. M.; XIONG, Y. C.; LI, X. G. Effects of plastic film mulch and tillage on maize productivity and soil parameters. **European Journal of Agronomy**. [S.l.], v. 31, p. 241–249, 2009.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.08.004>

LIU, X. E.; LI, X. G.; GUO, R. Y.; KUZYAKOV, Y.; LI, F. M. The effect of plastic mulch on the fate of urea-N in rain-fed maize production in a semiarid environment as assessed by ¹⁵N-labeling. **European Journal of Agronomy**. [S.l.], v. 70, p. 71–77, 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.006>

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S. O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. P. Análise de crescimento de tomate ‘SM-16’ cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 29, n. 4, p. 554–561, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000400019>

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Dry mass and nutrients accumulation by tomato 'SM-16' cultivated in different mulching. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, p. 401–409, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300010>

MCLEAN, G. D.; BURT, J. R.; THOMAS, D. W.; SPROUL, A. N. The use of reflective mulch to reduce the incidence of watermelon mosaic virus in Western Australia. **Crop Protection**. London, v. 1, n. 4, p. 491–496, 1982. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(82\)90030-8](https://doi.org/10.1016/0261-2194(82)90030-8)

MIRSHEKARI, B.; RAJABLARIJANI, H. R.; AGHAALIKHANI, M.; FARAHVASH, F.; RASHIDI, V. Evaluation of biodegradable and polyethylene mulches in sweet cor production. **International Journal of Agriculture and Crop Science**. [S.l.], v. 4, n. 20, p. 1540–1545, 2012. Disponível em: <http://pakacademicsearch.com/pdf-files/agr/70/1540-1545.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

MORATIEL, R.; MARTÍNEZ-COB, A. Evapotranspiration of grapevine trained to a gable trellis system under netting and black plastic mulching. **Irrigation Science**. [S.l.], v. 30, n. 3, p. 167–178, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00271-011-0275-3>

MORENO, M. M.; MORENO, A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 116, p. 256–263, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.01.007>

MORENO, M. M.; MORENO, A.; MANCEBO, I.; Comparison of different mulch materials in a tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop. **Spanish Journal of Agricultural Research**. Madrid, v. 7, n. 2, p. 454–464, 2009. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009072-1500>

MUKHERJEE, A.; KUNDU, M.; SARKAR, S. Role of irrigation and mulch on yield, evapotranspiration rate and water use pattern of tomato (*Lycopersicon esculentum*, L.). **Agricultural Water Management**. Spain, v. 98, p. 182–189, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.08.018>

NAN, W.; YUE, S.; HUANG, H.; LI, S.; SHEN, Y. Effects of plastic film mulching on soil greenhouse gases (CO₂, CH₄ and N₂O) concentration within soil profiles in maize fields on the Loess Plateau, China. **Journal of Integrative Agriculture**. [S.l.], v. 15, n. 2, p. 451–464, 2016. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(15\)61106-6](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61106-6)

NEGREIRA. **Mulching preto**, São Paulo, 2015a. Disponível em: <http://negreira.com.br/produtos/mulching/mulching-preto/>. Acesso em: 20 mar. 2015.

_____. **Mulching preto e branco**, São Paulo, 2015b. Disponível em: <http://negreira.com.br/produtos/mulching/mulching-preto-branco/>. Acesso em: 20 mar. 2015.

_____. **Mulching preto e prata**, São Paulo, 2015c. Disponível em: <http://negreira.com.br/produtos/mulching/mulching-preto-prata/>. Acesso em: 20 mar. 2015.

NGOUAJIO, M.; ERNEST, J. Changes in physical, optical, and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. **HortScience**. Alexandria, v. 40, n. 1, p. 94–97, 2005. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/40/1/94>. Acesso em: 10 out. 2017.

PASCALE, S.; COSTA, L. D.; VALLONE, S.; BARBIERI, G.; MAGGIO, A. Increasing water use efficiency in vegetable crop production: from plant to irrigation system efficiency. **HortTechnology**. Alexandria, v. 21, n. 3, p. 301–308, 2011. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.21.3.301>

PEREIRA, R. A.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia agrícola**. Departamento de Ciências Exatas, Esalq-USP, Piracicaba, SP, 2007, 192p.

POP, F. D.; MITRE, V.; BALCĂU, S. L.; GOCAN, T. M. The influence of mulch types upon composition of ten strawberry genotypes. **ProEnvironment**, Cluj-Napoca, v. 6, n. 14, p. 384–388, 2013. Disponível em: <http://journals.usamvcluj.ro/index.php/promediu/article/view/9879/8226>. Acesso em: 20 mar. 2015.

RAJABLARIANI, H. R.; HASSANKHAN, F.; RAFEZI, R. Effect of colored plastic mulches on yield of tomato and weed biomass. **International Journal of Environmental Science and Development**, [S.l.], v. 3, n. 6, 2012. <https://doi.org/10.7763/IJESD.2012.V3.291>

RAMAKRISHNA, A.; TAM, H. M.; WANI, S. P.; LONG, T. D. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 95, p. 114–125, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.030>

RAO, K. V. R.; BAJPAI, A.; GANGWAR, S.; CHOURASIA, L.; SONI, K. Effect of mulching on growth, yield and economics of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb). **Environment & Ecology**. [S.l.], v. 35, n. 3d, p. 2437–2441, 2017. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1hpUxm7Xx9dZFP-MwO5hfjkY5daK7rcOS/view>. Acesso em: 15 fev. 2018.

RAO, K. V. R.; SUCHI, G.; ARPNA, B.; LAVESH, C.; KUMAR, S. Effect of different mulches on the growth, yield and economics of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **International Journal of Agricultural Sciences**. [S.l.], v. 8, n. 44, p. 1885–1887, 2016. Disponível em: https://www.bioinfopublication.org/files/articles/8_44_2_IJAS.pdf. Acesso em: 12 dez. 2017.

RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; SILVA, S. D.; ROCHA, T. S. M.; LANGNER, J. A. Effect of irrigation and mulching on soil temperature. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 35, n. 5 p. 817–828, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p817-828/2015>

SHARMA, N. C.; SHARMA, S. D.; SPEHIA, R. S. Effect of plastic mulch colour on growth, fruit and quality of strawberry under polyhouse cultivation. **International Journal of Bio-resource and Stress Management**. Nova Deli, n. 4, v. 2s, p. 314–316, 2013. Disponível em: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijbsm&volume=4&issue=2s&article=004>. Acesso em: 20 mar. 2015.

SHIUKHY, S.; SARJAZ, R. M.; CHALAVI, V. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. **International Journal of Biometeorology**. [S.l.], v. 59, n. 8, p. 1061–1066, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0919-0>

SINGH, A. K.; KAMAL, S. Effect of black plastic mulch on soil temperature and tomato yield in mid hills of Garhwal Himalayas. **Journal of Horticulture and Forestry**. [S.l.], v. 4, n. 4, p. 78–80, 2012. <https://doi.org/10.5897/JHF11.023>

SINGH, S. K.; SHARMA, H. R.; SHUKLA, A.; SINGH, U.; THAKUR, A. Effect of biofertilizers and mulch on growth, yield and quality of tomato in mid-hills of Himachal Pradesh. **International Journal of Farm Sciences**. [S.l.], v. 5, n. 3, p. 98–110, 2015. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.947.6367&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 15 nov. 2018.

SNYDER, K.; GRANT, A.; MURRAY, C. WOLFF, B. The effects of plastic mulch systems on soil temperature and moisture in Central Ontario. **HortTechnology**. Alexandria, v. 25, n. 2, p. 162–170, 2015. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.2.162>

STEINMETZ, Z.; WOLLMANN, C.; SCHAEFER, M.; BUCHMANN, C.; DAVID, J.; TRÖGER, J.; MUÑOZ, K.; FRÖR, O.; SCHAUMANN, G. E. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? **Science of the Total Environment**. [S.l.], v. 550, p. 690–705, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>

SUWWAN, M. A.; AKKAWI, M.; AL-MUSA, A. M.; MANSOUR, A. Tomato performance and incidence of Tomato Yellow Leaf Curl (TYLC) Virus as affected by type of mulch. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 37, n. 1–2, p. 39–45, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90149-5)

TARARA, J. M. Microclimate modification with plastic mulch. **HortScience**. Alexandria, v. 35, n. 2, p. 169–180, 2000. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.2.169>

TEASDALE, J. R.; ABDUL-BAKI, A. A. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 120, n. 5, p. 848–853, 1995. <https://doi.org/10.21273/JASHS.120.5.848>

WANG, L.; LI, X. G.; LV, J.; FU, T.; MA, Q.; SONG, W. WANG, Y. P.; LI, F. M. Continuous plastic-film mulching increases soil aggregation but decreases soil pH in semiarid areas of china. **Soil and Tillage Research**. London, v. 167, p. 46–53, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.11.004>

YAGHI, T.; ARSLAN, A.; NAOUM, F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 128, p. 149–157, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.06.002>

YU, Y.; TAO, H.; JIA, H.; ZHAO, C. Impact of plastic mulching on nitrous oxide in China's arid agricultural region under climate change conditions. **Atmospheric Environment**. Oxford, v. 158, p. 76–84, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.03.020>

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Strawberry cultivation with mulch of different colors and installation times on the beds. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30 p. 424–427, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300011>

ZHANG, Y.; WANG, F.; SHOCK, C. C.; YANG, K.; KANG, S.; QIN, J.; LI, S. Effects of plastic mulch on the radiative and thermal conditions and potato growth under drip irrigation in arid Northwest China. **Soil and Tillage Research**. London, v. 172, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.04.010>

ZHAO, H.; XIONG, Y. C.; LI, F. M.; WANG, R. Y.; QIANG, S. C.; YAO, T. F.; MO, F. Plastic film mulch for half growing-season maximized WUE and yield of potato via moisture-temperature improvement in a semi-arid agroecosystem. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 104, p. 68–78, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.11.016>

CAPÍTULO II

COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO: IMPACTO DA COR NA PRODUTIVIDADE
E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE MINITOMATES CONDUZIDOS EM
CAMPO NO VERÃO/OUTONO

CAPÍTULO II: COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO: IMPACTO DA COR NA PRODUTIVIDADE E TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE MINITOMATES NO VERÃO/OUTONO

RESUMO

Os minitomates têm atraído o mercado consumidor, mas há carência de pesquisas quanto ao manejo cultural elevando os custos de produção. A plasticultura pode auxiliar a expansão de cultivos para locais ou épocas menos propícias à produção. O objetivo desse trabalho foi avaliar três cores de coberturas plásticas sobre a superfície do solo no cultivo do minitomate em campo durante o período chuvoso, em Uberlândia, MG. O experimento foi conduzido no verão/outono (16 Jan. – 30 Abr.) de 2017. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto por dois genótipos de minitomate, um com hábito de crescimento determinado e o outro, indeterminado. O outro fator foi composto por três cores de cobertura plástica (preta, preta/prata e preta/branca) e a testemunha conduzida sem cobertura. As parcelas foram compostas por 14 plantas conduzidas em fileiras duplas espaçadas de 0,3 x 0,7 x 1,3 m, sendo avaliadas as 10 plantas centrais. As temperaturas do solo sob as coberturas foram registradas em intervalos horários utilizando-se um coletor automático interligado a um multiplexador, no qual se conectou um cabo termopar de cobre-constantan oriundo de cada parcela, instalados a 5,0 cm de profundidade. Foram avaliados a temperatura do solo sob as coberturas, o tempo médio de florescimento, a produtividade e o teor de sólido solúvel do fruto de minitomate. Todos os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. A maior temperatura foi registrada no solo coberto com as cores preta e preta/prata. O uso da cobertura plástica preta/prata antecipou o tempo de florescimento dos dois genótipos. Apenas o genótipo de crescimento determinado respondeu ao uso da cobertura plástica, apresentando maior produtividade com a cobertura preta/prata, mas não foi encontrado efeito da cor ou presença da cobertura plástica no teor de sólidos solúveis. Sugere-se avaliar outras colorações e novos materiais de minitomate cultivados em condições de campo.

Palavras chave: *Mulching* plástico; temperatura do solo; desempenho produtivo; teor de sólido solúvel.

ABSTRACT

The mini tomatoes have attracted the consuming market, but there is a lack of research on cultural management raising the cost of production. The plasticulture can help the expansion of crops for sites or season less suitable for production. The aim of this work was to evaluate three colors of plastic cover upon soil surface in field crops of mini tomatoes during the rainy season, in Uberlandia, MG. The experiment was carried out on summer/spring (Jan. 16 – Apr. 30) of 2017. The experimental design was in randomized blocks, in a 2x4 factorial scheme, with four replications. The first factor was two mini tomatoes genotypes, one with a determined growth habit and the other indeterminate. The other factor was three colors of plastic cover (black, black/silver and black/white) and the control conducted without covering. The plots were composed by 14 plants conducted in double rows spaced of 0.3x0.7x1.3 m, where the 10 central plants were evaluated. The soil temperatures under the coverings were recorded at hourly intervals using an automatic data logger interconnected to a multiplexer, where a copper-constantan thermocouple cable from each plot installed at 5.0 cm depth was connected. The soil temperature under the coverings, average flowering time, yield and soluble solids content of the mini tomatoes fruit were analyzed. All the results were submitted to variance analysis by F test, and if significant, the averages were compared by Tukey test at 0.05 of significance. Higher temperature was recorded in the soil covered with black and black/silver colors. The use of the black/silver plastic cover reduced the flowering time of the two genotypes. Only the determined growth genotype replied to the use of the plastic cover showing higher yield using the black/silver cover, but no color effect or presence of the plastic cover was found in the soluble solid content in any of the genotypes. It is suggested to evaluate other colors of plastic cover and new mini tomatoes materials cultivated under field conditions.

Keywords: plastic mulching; soil temperature; productive performance; soluble solid content.

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro, embora seja de origem climática com temperaturas moderadas e precipitação não muito intensa, pode se desenvolver em outros climas permitindo cultivo em diversas regiões, sendo uma das principais hortaliças do mundo. Há vários grupos de tomate para cultivo classificados em função do tamanho e formato dos frutos. Dentre os tipos de tomates cultivados, a exigência do mercado consumidor por produtos diferenciados e de alta qualidade tem contribuído para o crescimento no consumo de minitomates (ABRAHÃO et al., 2011). Esse tipo de tomate tem como principal característica maior teor de açúcar (SENTO-SÉ et al., 2014), quando comparado aos outros, tornando seu cultivo promissor. Porém, este é feito, em sua maioria, em ambiente protegido, no qual os custos de produção são altos.

Mesmo com altos custos de produção, o cultivo de minitomates é uma opção bastante atrativa aos produtores (MACIEL et al., 2016), mas ainda há carência de pesquisas quanto ao seu manejo cultural (TAKAHASHI; CARDOSO, 2015). Com isso, técnicas ou práticas que possam aumentar a produção e a qualidade dos frutos, facilitar o cultivo ou reduzir o custo de produção são importantes para obter maiores rendimentos (CAMPAGNOL et al., 2014), principalmente, quando cultivados em campo.

Devido às propriedades ópticas das coberturas plásticas coloridas (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), elas têm favorecido a expansão de cultivos para locais ou épocas que se mostravam menos propícias à produção (ALBUQUERQUE NETO; PEIL, 2012; BONACHELA et al., 2012), modificando, principalmente, a temperatura do solo e a qualidade e a quantidade de luz refletida, contribuindo para o desenvolvimento (JAYAKUMAR; JANAPRIYA; SURENDRAN, 2017; ZHANG et al., 2017) e produtividade de várias culturas (LIU et al., 2009; HOU et al., 2010; FRANQUERA, 2011; FAN et al., 2017). Assim, seu uso sobre a superfície do solo (*mulching*) pode ser alternativa para o cultivo de minitomates em condições de campo.

Porém, a intensidade das modificações feitas pelas coberturas plásticas coloridas está relacionada à sua cor bem como às condições climáticas predominantes. Segundo Steinmetz et al. (2016), em regiões climáticas moderadas, a cobertura plástica preta pode aumentar a temperatura do solo, enquanto que, em locais quentes, a branca pode diminuí-la quando comparados a solos sem o uso dessa técnica. Entretanto, dependendo

da cor, os efeitos podem diferir entre locais e épocas de cultivo. Enquanto aumentos na temperatura do solo normalmente são reportados com o uso de cores escuras (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004; RIBAS et al., 2015), em regiões tropicais durante épocas mais quentes, cores claras podem reduzi-la (RIBAS et al., 2015), mas nas subtropicais podem manter a média semelhante à dos solos descobertos durante épocas mais quentes (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993) ou até mesmo aumentá-la nas épocas mais amenas (ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004). Além de efeitos locais, Tarara (2000), menciona que essas divergências também podem estar relacionadas às instalações das coberturas plásticas. Conforme destacaram, a espessura da camada de ar entre a cobertura plástica e o solo pode afetar a troca de calor entre essas duas superfícies.

Além do efeito térmico (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986), as coberturas plásticas coloridas alteram o microambiente de luz (NGOUAJIO; ERNEST, 2005; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015) e conforme as propriedades ópticas características de cada material (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), podem favorecer o desempenho da cultura. Contudo, como apontado por diversos estudos (DECOTEAU et al., 1988; BAN et al., 2009; YURI et al., 2012; LUCENA et al., 2013; YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013), as respostas das plantas a essas alterações diferem de acordo com os locais ou épocas e entre as espécies ou variedades cultivadas.

Embora o tomateiro tolere amplitude térmica entre 10°C e 34°C, a temperatura média para seu cultivo situa-se próxima a 21°C (SILVA; GIORDANO, 2000). Além disso, o ciclo vegetativo é fortemente influenciado pelas condições meteorológicas, principalmente pela intensidade luminosa, temperatura e sua interação (DIELEMAN; HEUVELINK, 1992). Normalmente, o florescimento tem pequena influência do fotoperíodo, porém, pouca luminosidade aumenta a fase vegetativa e retarda o florescimento (SILVA; GIORDANO, 2000). Segundo Filgueira (2013), para as condições brasileiras, sob alta luminosidade, a temperatura ótima varia de 21°C a 28°C durante o dia, e a noturna, entre 15°C e 20°C, exigindo uma termoperiodicidade diária entre 6°C e 8°C. No solo, Díaz-Pérez e Batal (2002) estimaram como ótimas as temperaturas de 25,4°C para o crescimento vegetativo, 26,3°C para a produtividade de frutos, 25,8°C para o peso de frutos e 26,3°C para o número de frutos, sendo a média de 26°C estimada como ótima para todo o ciclo. Assim, a cor da cobertura plástica pode ser determinante para auxiliar na produção do tomateiro em condições de campo.

Além disso, embora seja uma cultura exigente em água, o excesso favorece a ocorrência de doenças e afeta a qualidade dos frutos. Nesse sentido, deve ser preferencialmente plantado em épocas ou locais de pouca precipitação pluvial e baixa umidade relativa (SILVA; GIORDANO, 2000). Assim, a produção de tomate no período chuvoso é uma atividade de risco devido à alta umidade e temperatura, no ar e no solo, aumentando os problemas fitossanitários e, conseqüentemente, a maior exigência em pulverizações e tratos culturais, elevando o custo de produção (FILGUEIRA, 2013; YURI et al., 2016), além de afetar a qualidade dos frutos. Não obstante, conforme Alvarenga (2004), a umidade relativa alta favorece a proliferação das principais doenças foliares do tomateiro. Porém, em razão da maior dificuldade no cultivo e a menor oferta de frutos, a cotação do tomate nesse período tende a ser mais elevada.

Conforme Decoteau et al. (1988), o tomateiro pode responder a pequenas mudanças no ambiente de luz induzidas pela cor da cobertura. Cores claras refletem maior quantidade de luz total, mas uma menor proporção na faixa do vermelho-distante em relação à vermelha (DECOTEAU et al., 1986). Essa taxa é responsável pela regulação dos processos fisiológicos da planta e atua na sua partição fotossintética (DECOTEAU et al., 1988; KASPERBAUER, 1987; 1988) podendo favorecer o desenvolvimento dos frutos (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001), além de influenciar no seu teor de sólido solúvel (CASIERA-POSADA; FONSECA; VAUGHAN, 2011).

Vários outros benefícios proporcionados pelas coberturas plásticas podem contribuir para o aumento de produtividade. Elas diminuem a evaporação do solo (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015; SNYDER et al.; 2015; KHAN et al., 2016; LIMA et al., 2017), controlam eficientemente a maioria das plantas infestantes (RAMAKRISHNA et al., 2006; ANIKWE et al., 2007; ANZALONE et al., 2010; CIRUJEDA et al., 2012), aumentam a absorção (KUMAR; DEY, 2011; LIU et al., 2015) e eficiência do uso de nutrientes (FILIPOVIĆ et al., 2016), pode repelir insetos-pragas (SUWWAN et al., 1988; GREER; DOLE, 2003; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004), diminuir incidência precoce de doenças causadas por vírus (SUWWAN et al., 1988; DÍAZ-PÉREZ et al., 2003; DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007; ANDERSEN; OLSON; MOMOL, 2012), reduzir doenças de solo (KATAN et al., 1976) e melhorar a agregação do solo,

podendo contribuir para o aumento na atividade microbiana e favorecer o crescimento de raízes (WANG et al., 2017).

Nesse sentido, as propriedades das coberturas plásticas coloridas podem ser uma opção para o cultivo de minitomate em campo e reduzir custos na produção. Dado o exposto, objetivou-se nesse estudo verificar a influência da cor da cobertura plástica sobre a superfície do solo e avaliar seu efeito na produção e teor de sólido solúvel de frutos de minitomate cultivado em Uberlândia, MG, para as condições de campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

As mudas de minitomate foram produzidas em dezembro de 2016, na Estação Experimental de Hortaliças da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, (18°42'43"S, 47°29'55"O, 873 m), localizada na cidade de Monte Carmelo, MG, Brasil. A semeadura foi feita no dia 19/12/2016, em bandejas de isopor de 200 células conduzidas em ambiente protegido. Após vinte e cinco dias à semeadura, transplantaram-se as mudas na Fazenda Experimental Capim Branco desta mesma universidade (18°52'52"S, 48°20'32"O, 807m), localizada em Uberlândia. A Figura 2.1a, b e c mostra a localização geográfica do Estado de Minas Gerais, do Município de Uberlândia e da Fazenda Capim Branco, respectivamente.

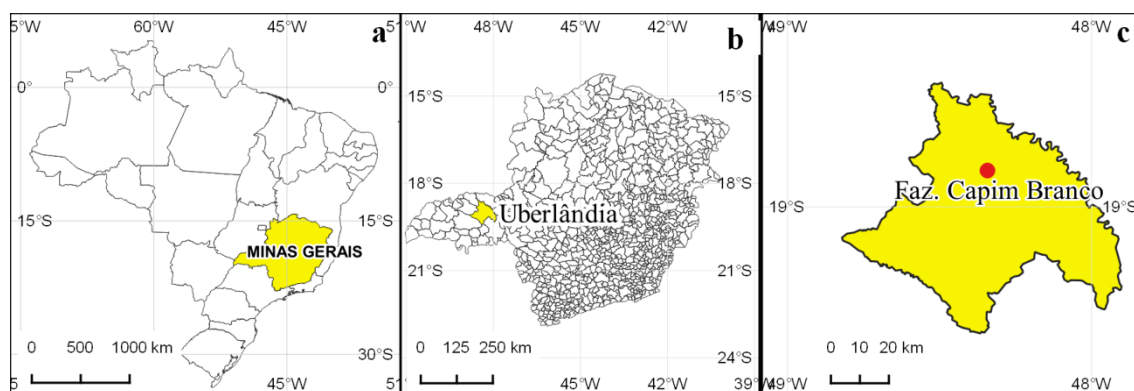


Figura 2.1 Localização geográfica do Estado de Minas Gerais (a); do Município de Uberlândia (b) e da Fazenda Capim Branco (c).

O clima do município caracteriza-se por inverno seco e verão chuvoso. Conforme classificação macroclimática do Brasil, a cidade de Uberlândia localiza-se na região de clima subquente com médias térmicas variando entre 19°C e 27°C e pluviosidade média próxima a 1500 mm/ano. Temperaturas mais elevadas ocorrem no verão, e as menores, no inverno (SILVA; ASSUNÇÃO, 2004). A Tabela 2.1 apresenta a média das variáveis climáticas medidas no período de 1981 a 2003 para a época em que o experimento foi feito.

TABELA 2.1 Variáveis climáticas medidas no verão/outono (média de 14 anos).

Mês	Temperatura (°C)			Pluviosidade		Umidade relativa (%)
	Média	Mínima	Máxima	Quantidade (mm)	Dias com chuva	
Janeiro	23,4	19,6	29,2	311,6	19	80
Fevereiro	23,7	29,9	19,5	201,0	15	77
Março	23,5	29,5	19,4	228,2	17	79
Abril	22,8	29,2	18,3	78,7	8	73

Fonte: Adaptado de Silva e Assunção (2004).

2.2 Descrição dos genótipos

Os genótipos utilizados no experimento fazem parte do Programa de Melhoramento Genético de Tomate do Tipo Grape, do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo, MG. Os dois genótipos foram selecionados na geração cinco. O genótipo de crescimento determinado apresenta penca bifurcada, frutos oblongos, coloração avermelhada, teor de sólido solúvel médio em torno de 5,5 °brix e peso médio próximo a 12,0 gramas. O genótipo de crescimento indeterminado apresenta penca simples, frutos periformes, coloração amarelada, teor de sólido solúvel médio em torno de 6,5 °brix e peso médio próximo a 9,0 gramas.

2.3 Delineamento experimental

O transplântio das mudas ocorreu em janeiro de 2017, feito em seis canteiros, cada um com aproximadamente 16,80m de comprimento por 1,20m de largura e 0,20m de altura, sendo os dois canteiros extremos do experimento considerados como bordadura. O espaçamento entre os canteiros foi de 0,80m, resultando em uma área experimental de aproximadamente 201,60m². A disposição das plantas foi em fileiras duplas espaçadas de 1,30m entre canteiros distintos por 0,70m dentro do canteiro. Entre plantas na fileira, o espaçamento foi 0,30m, resultando em uma população de aproximadamente 33330 plantas por hectare (Figura 2.2).

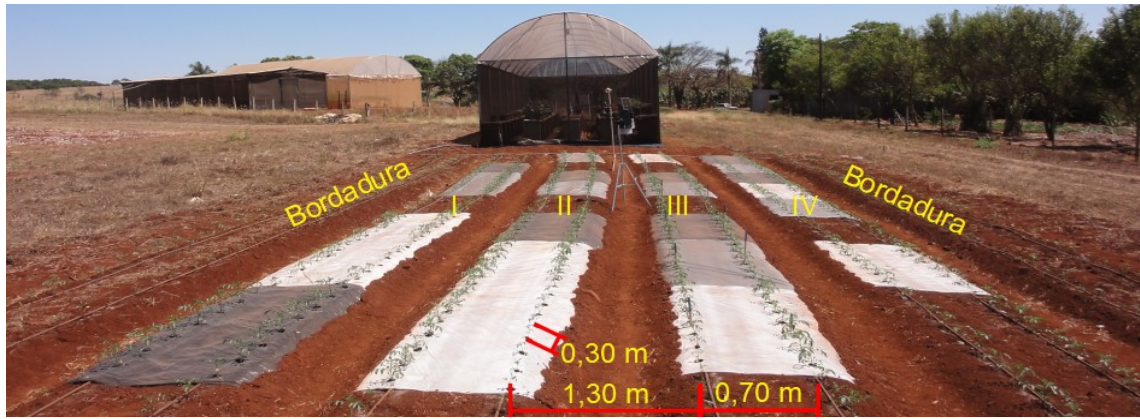


FIGURA 2.2 Detalhes da área experimental mostrando o espaçamento duplo entre linhas de cultivo e entre plantas dentro de cada linha (1,30 x 0,70 x 0,30 m), composto por quatro repetições: bloco I, bloco II, bloco III e bloco IV.

Inicialmente, o experimento foi composto por 672 plantas (112 plantas por canteiro). Cada parcela foi composta por 14 plantas, sendo avaliadas as dez centrais (Figura 2.3).



FIGURA 2.3 Área útil da parcela (10 plantas centrais de cada parcela)

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, esquema fatorial 4x2 e quatro repetições, totalizando oito tratamentos e 32 parcelas, respectivamente (Figura 2.4). Os tratamentos consistiram em quatro tipos de cobertura do solo e dois genótipos de minitomate, um com hábito de crescimento determinado e o outro, indeterminado. As coberturas foram três colorações plásticas, compostas por polietileno de baixa

densidade preto (marca Nortene, 20 μm), polietileno multicamada embossado preto/prata (marca Mulch More®, 22 μm) e polietileno de baixa densidade com aditivo biodegradável preto/branco (marca Negreira, 25 μm) e a testemunha (sem cobertura). Para as coberturas de polietileno de dupla face preta/branca e preta/prata, a superfície voltada para cima (exposta à radiação solar) foi a branca e a prata, respectivamente.



FIGURA 2.4 Detalhes do delineamento experimental: B, bordadura; I, bloco 1; II, bloco 2; III, bloco 3; IV, bloco 4; D = genótipo de crescimento determinado; S = genótipo de crescimento indeterminado.

A cobertura plástica preta foi fabricada pela empresa Nortene em polietileno de baixa densidade 100% aditivado (NORTENE, 2018). A preta/prata foi fabricada pela empresa Ginegar Polysack Brasil, utilizando os métodos multicamada de filme soprado de co-extrusão e extrusão cast (embossada) apresentando menos de 0,5% de transmissão e acima de 20% de reflexão de luz fotossinteticamente ativa (GINEGAR POLYSACK, 2018). A preta/branca foi desenvolvida pela empresa Negreira na versão biodegradável feita em resina pró-degradante a base de ácido graxo, terras raras e lubrificantes que inicia sua degradação (oxidação, degradação e biodegradação) por ação de intempéries (luz ultravioleta, calor e umidade) minimizando impactos ambientais (NEGREIRA, 2018).

2.4 Manejo do solo: correção da acidez e adubações

A adubação de plantio foi realizada 30 dias antes do trasplante distribuída na superfície de cada canteiro na dose de 3200 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 e incorporada com o rotoencaneirador, seguindo recomendações para cultivo do tomateiro orientadas pela análise de solo (Tabela 2.2). Inicialmente, o pH do solo encontrava-se a 5,0. A correção da acidez foi realizada com aplicação de calcário dolomítico, objetivando-se elevar a saturação por base a 70%.

TABELA 2.2 Resumo da análise química e física do solo antes do plantio de verão/outono.

Análise química				Análise física	
mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		%	
Enxofre	18,00	Cálcio	1,30	Argila	44,53
Fósforo	3,50	Magnésio	0,60	Silte	14,27
Boro	0,08	Potássio	0,33	Areia fina	23,00
Cobre	8,70	Soma de bases	2,38	Areia grossa	18,20
Ferro	18,00	CTC efetiva	2,23		
Manganês	16,60	CTC total	6,49		
Zinco	2,40	Saturação de bases	35%		

As adubações de cobertura foram realizadas manualmente, parceladas de acordo com o desenvolvimento da cultura, observando recomendações feitas por Alvarenga (2004) para o cultivo de tomate em campo aberto no sistema tradicional, conforme mostra Tabela 2.3. As doses foram subdivididas em aplicações semanais.

TABELA 2.3 Parcelamento e doses das adubações de cobertura.

Época	Fórmula	Total	Total	Total N	Total P ₂ O ₅	Total K ₂ O
		g cova ⁻¹	kg ha ⁻¹			
14 DAT	08-28-16	12	240	19,20	67,20	38,40
21 DAT	20-05-20	5	100	20,00	5,00	20,00
28 DAT	20-05-20	6	120	24,00	6,00	24,00
35 DAT	20-05-20	6	120	24,00	6,00	24,00
42 DAT	20-05-20	7	140	28,00	7,00	28,00
49 DAT	20-05-20	7	140	28,00	7,00	28,00
56 DAT	20-05-20	7	140	28,00	7,00	28,00
63 DAT	15-04-30	8	160	30,00	7,50	48,00
70 DAT	15-04-30	8	160	30,00	7,50	48,00
Total das coberturas				231,20	120,20	286,40

Nota:

*DAT: dias após o transplante das mudas.

Fonte: Adaptado de Alvarenga, 2004.

2.5 Manejo da cultura: pragas, doenças e plantas daninhas

A cultura foi conduzida na ausência de tutoramento, podas e desbrotas, deixando as plantas crescerem livremente. Esse procedimento reduz significativamente a mão de obra, além de minimizar o risco de transmissões de doenças entre as plantas. As plantas daninhas foram controladas com capinas de acordo com a necessidade. O controle de pragas e doenças foi feito com produtos recomendados para cultura do tomateiro através de pulverizações preventivas ou curativas, rotacionando produtos com princípios ativos distintos.

2.6 Irrigação: sistema e manejo

O sistema de irrigação foi composto por tubos gotejadores, conjunto de automação, reservatório de água e conjunto motobomba e filtragem (Figura 2.5). Os tubos gotejados utilizados foram da marca Rain Bird, modelo XFS-04-12, com pressão operacional recomendável entre 0,05 e 0,40 MPa, vazão média em torno de 1,6 L h⁻¹, diâmetro externo, interno e espessura da parede de 16,10, 13,61 e 1,13mm, respectivamente, com emissores espaçados entre si por 30,48 cm e tecnologia Escudo de Cobre que protege contra intrusão de raízes. Instalou-se uma linha de irrigação por fileira de plantas. A vazão média calculada por emissor foi de 1,80 L h⁻¹, pressão

operacional de aproximadamente 0,25 MPa e uniformidade de distribuição de 95%, avaliada imediatamente antes do início do experimento, conforme sugestão proposta por Bernardo (1995) para o Coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD).

O manejo da irrigação foi feito a partir da estimativa da evapotranspiração da cultura adotando-se turno de rega de dois dias. Quando havia precipitação pluvial mínima suficiente para suprir a cultura no período, a irrigação era suspensa.



FIGURA 2.5 Principais equipamentos de irrigação utilizados: a) tubos gotejadores distribuídos na área de cultivo; b) conjunto de automação; c) reservatório de água, e; d) conjunto motobomba e filtragem.

A evapotranspiração da cultura foi determinada conforme Equação 1, considerando o coeficiente de cultivo (Kc) de cada estágio fenológico e a evapotranspiração de referência (ETo) obtida pelo método padrão Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN et al., 1998).

$$ETc = KcETo \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

ETc – Evapotranspiração da cultura, em mm dia^{-1} ;

Kc – Coeficiente de cultivo, adimensional;

ETo – Evapotranspiração de referência, em mm dia^{-1} .

Os valores médios de K_c para as fases de estabelecimento, desenvolvimento, florescimento-frutificação e maturação do tomateiro foram 0,37, 0,55, 0,65 e 0,45, respectivamente, no experimento de verão/outono e inverno/primavera. Eles foram obtidos conforme metodologia proposta pela FAO 56 (ALLEN et al., 1998) estimando-os a partir dos valores tabelados para a cultura do tomateiro ($K_{c_{inicial}}$, $K_{c_{médio}}$ e $K_{c_{final}}$ de 0,6, 1,15 e 0,8, respectivamente). Para facilitar a correção do $K_{c_{inicial}}$, adotou-se a Equação 2, conforme apresentaram Albuquerque et al. (2001).

$$K_{c_{inicial}} = 1,41704 - 0,092412ET_o - 0,11001IE + 0,0042672ET_o^2 + 0,0033743IE^2 + 0,00028724ET_oIE \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

IE – Intervalo entre eventos de umedecimento do solo, em dias.

O tempo de irrigação (em horas) foi calculado conforme evapotranspiração média da cultura no período (Equação 3).

$$T = \frac{ET_c}{IEa} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

T – Tempo de funcionamento da irrigação, em horas;

ET_c – Evapotranspiração da cultura a cada 2 dias, em mm;

I – Intensidade de aplicação de água pelo sistema, em mm hora⁻¹;

Ea – Eficiência de aplicação (0,9), adimensional.

A intensidade de aplicação de água pelo sistema de irrigação foi determinada pela Equação 4.

$$I = \frac{V}{A} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

A – Área molhada por emissor, 0,18 m²;

V – Vazão de cada emissor, em L hora⁻¹;

Os dados meteorológicos necessários para determinar a *ET_o* foram obtidos de uma estação meteorológica automática (marca Davis, modelo Vantage PRO 2) acoplada a sensores para registrar a temperatura e umidade relativa do ar, a irradiância solar e a velocidade e a direção do vento (Figura 2.6). Ela foi colocada no centro da área experimental e programada para armazenar os dados médios a cada 10 minutos. Os dados coletados pelos sensores foram baixados e convertidos para valores diários com auxílio de planilhas eletrônicas.

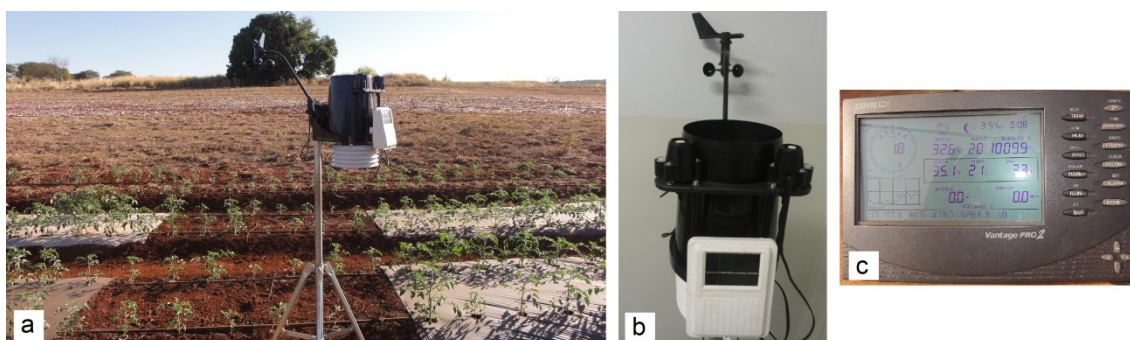


FIGURA 2.6 Estação meteorológica automática utilizada para monitorar o tempo: a) estação no interior do experimento; b) sensores de medição das variáveis meteorológicas, e; c) receptor dos dados medidos pelos sensores.

2.7 Monitoramento da temperatura do solo

Após o transplante, a temperatura do solo de cada parcela foi registrada a cada hora durante todo o experimento. A medição foi feita com auxílio de termopares, do tipo cobre-constantan, posicionados a uma profundidade de 5,0 cm. O registro e armazenamento dos dados foram por meio de um coletor automático (marca Campbell, modelo CR10X), conectado a um multiplexador com saída para 32 pares de canais diferenciais (marca Campbell, modelo AM16/32). Para cada par diferencial do multiplexador, conectou-se um cabo termopar de cobre-constantan, oriundo das parcelas individuais (Figura 2.7). Antes de iniciar o registro de dados no campo, os sensores foram colocados em ambiente similar para verificar se os valores medidos eram semelhantes.

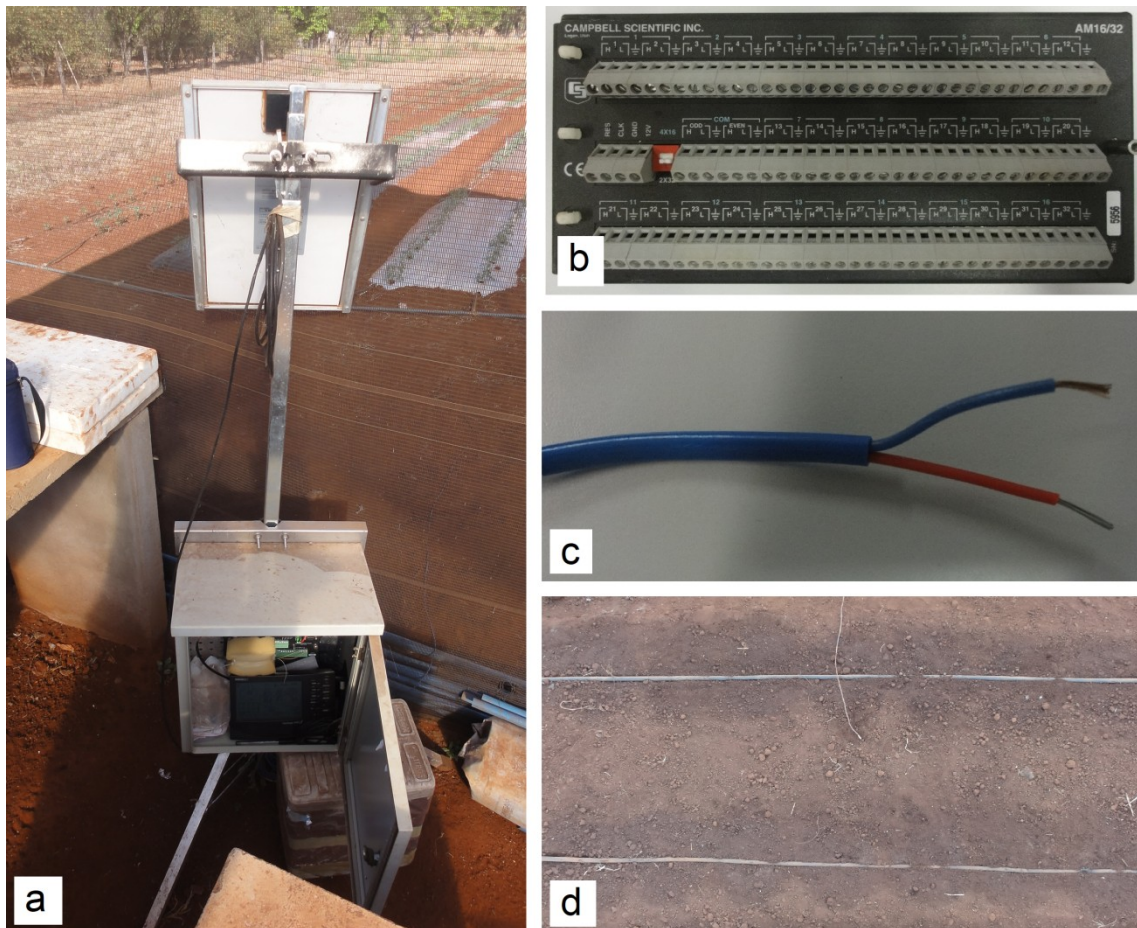


FIGURA 2.7 Equipamentos utilizados para medir a temperatura do solo: a) coletor automático; b) multiplexador; c) cabo termopar de cobre-constantan, e; d) cabo termopar instalado na parcela.

Além do monitoramento automático da temperatura do solo, também foi feita uma medição a 15,0 cm de profundidade em cada parcela, aos 21 dias após o transplante do minitomate em campo. Essas medições foram feitas em torno das 7, 10, 13, 16 e 19 h com o auxílio de um termômetro de punção, tipo espeto (marca Thermomax, modelo T50300M).

2.8 Avaliações de produtividade

A colheita dos frutos foi feita semanalmente com início no dia 27/03/2017 (72 DAT) e término em 01/05/2017 (105 DAT), totalizando seis colheitas. As avaliações de produtividade foram obtidas pesando-se separadamente os frutos comercializáveis e os não comercializáveis. Como não comercializáveis foram considerados todos os frutos com sintomas de doenças, ataques de pragas ou anomalias fisiológicas. O peso médio

por fruto foi obtido pela razão entre o peso e o número de frutos comercializáveis colhidos em cada parcela útil. Já a produtividade por planta foi determinada pelo peso dos frutos comercializáveis da parcela dividida pela quantidade de plantas úteis da mesma. Também foi determinado o tempo médio de florescimento da cultura, contabilizando-se como referência 50% das plantas da parcela útil com pelo menos uma flor aberta, calculado em dias após o transplante.

2.9 Teor de sólido solúvel

O teor de sólido solúvel (*TSS*), expresso em °Brix, foi determinado com auxílio de um refratômetro portátil com compensação automática de temperatura. Durante o período de colheita, selecionaram-se cinco frutos de cada parcela (uma por planta) com grau de maturação uniformes. Extraíu-se o suco da polpa e fez-se a leitura do *TSS* no equipamento.

2.10 Retorno econômico

Embora as coberturas plásticas possam reduzir gastos operacionais durante o cultivo, ao minimizar mão de obra com aplicação de herbicidas ou capinas, por exemplo, a estimativa do retorno econômico foi feita considerando apenas o custo de aquisição de cada cobertura plástica. Esse retorno foi estimado conforme a Equação 5.

$$RE = (P_S - C_{COB})PC_{COB} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

RE – Retorno econômico, R\$ m⁻²;

P_S – Preço simulado, R\$ kg⁻¹;

C_{COB} – Custo de aquisição da cobertura, R\$ m⁻²;

PC_{COB} – Produção de frutos comercializáveis em cada cobertura, kg m⁻².

Para cada cobertura, fez-se uma regressão linear entre o retorno econômico e a simulação de preço do minitomate. O preço mínimo do minitomate, para superar os gastos com cada coloração plástica, foi estimado comparando-se a equação de regressão da testemunha com a da coloração testada.

2.11 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, com auxílio do programa estatístico SPSS 17.0 (SPSS 2008). Após essas verificações, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha = 0,05$). Quando significativas, as médias dos dados de temperatura do solo, altura de plantas, diâmetro do caule, florescimento médio, produtividade e teor de sólido solúvel foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Condições meteorológicas e temperatura do solo

O ciclo da cultura foi de 105 dias nos dois genótipos. O florescimento médio ocorreu aos 35 dias após o transplântio e a maturação dos frutos iniciou-se 70 DAT. A Figura 2.8 apresenta as condições meteorológicas durante a condução do experimento. Considerando todo o período de cultivo, a precipitação pluvial (CH) foi de 595 mm, distribuída em 46 dias e a umidade relativa média de 68%. A evapotranspiração da cultura (ETc) foi de 205 mm e, apesar de a precipitação pluvial ter apresentado valor superior à ETc, ela foi distribuída em menos de 45% do total de dias do ciclo da cultura. Assim, foi aplicada uma lâmina total de irrigação de 123 mm para suprir a necessidade de água da cultura.

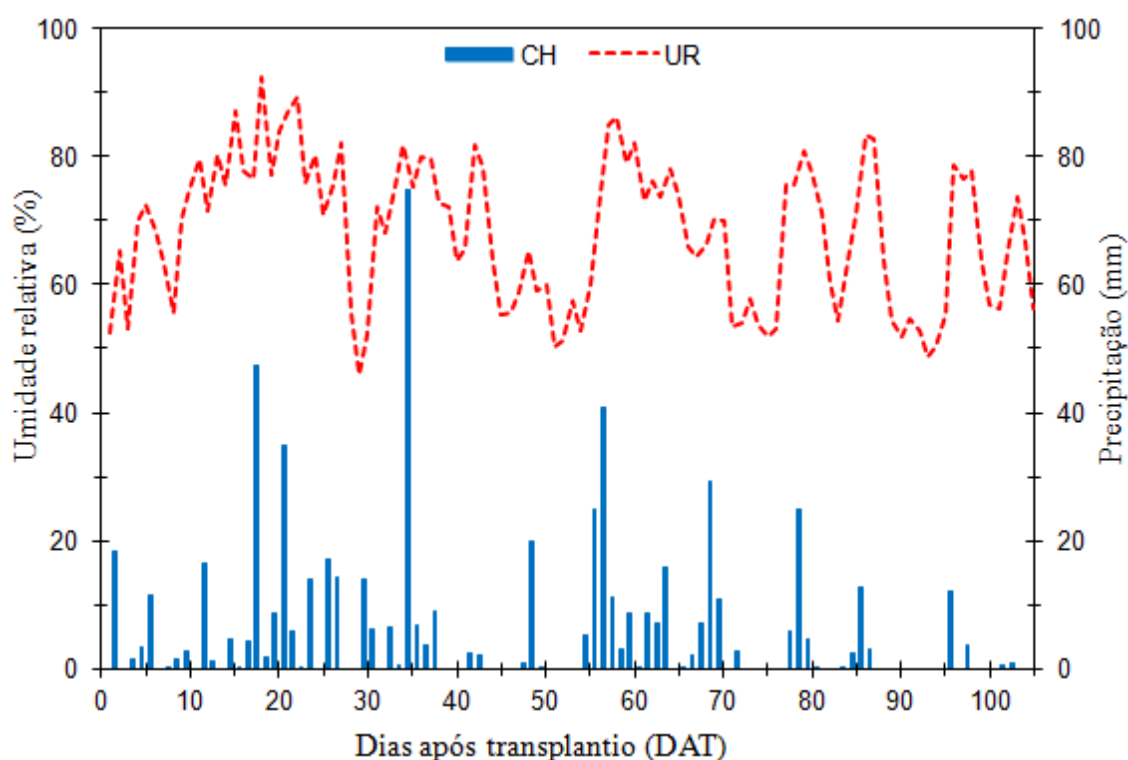


FIGURA 2.8 Valores médios diários da umidade relativa (UR) e precipitação pluvial (CH) durante a condução do experimento (verão/outono de 2017).

A temperatura média do ar (T_{med}) ao longo do experimento foi de aproximadamente 25°C, variando entre 21,2°C a 27,9°C (Figura 2.9). A média da temperatura máxima ($T_{máx}$) foi de 33,0°C com variações entre 26,0°C e 43,7°C e a

mínima apresentou valor próximo a 19,4°C e extremos entre 12,2°C e 22,6°C. No solo, as medições mostraram que todas as cores testadas aumentaram a temperatura quando comparadas com o solo sem cobertura e o balanço de energia alterou-se de acordo com a capacidade absorptiva de cada cor, conforme verificado em outros trabalhos (RAMAKRISHNA et al., 2006; HOU et al., 2010; RIBAS et al., 2015; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015). Assim, o valor médio das temperaturas (T_s méd) registradas a 5,0 cm de profundidade sob cada cobertura seguiu a ordem preta > preta/prata > preta/branca > testemunha, aumentando seu valor conforme as propriedades ópticas de cada coloração.

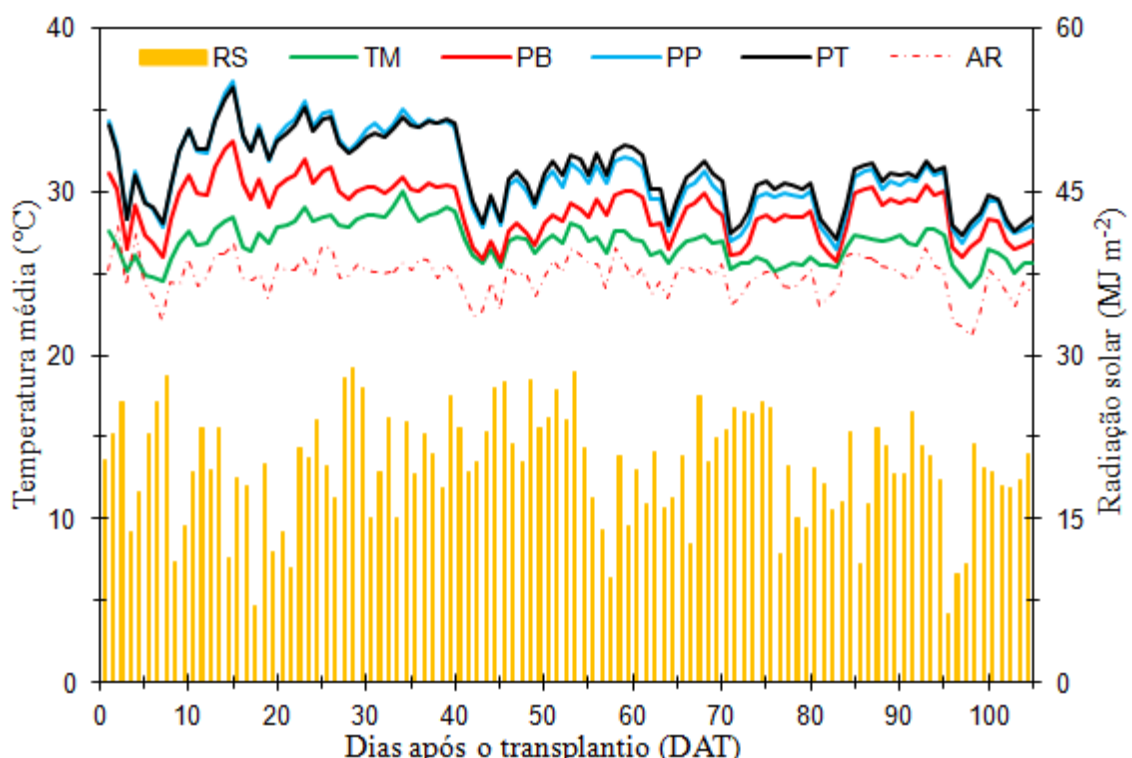


FIGURA 2.9 Temperatura média diária do solo medida a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas (*TM*, testemunha; *PB*, preta/branca; *PP*, preta/prata; *PT*, preta), do ar medida a 2 m de altura (*AR*) e radiação solar diária (*RS*) durante a condução do experimento (verão/outono de 2017).

A radiação solar (*RS*) apresentou influência considerável sobre a temperatura do solo abaixo das coberturas plásticas. Para os dias com menor *RS*, as temperaturas sobre as coberturas preta, preta/prata e preta/branca foram 3,0, 2,8 e 1,3°C maiores que na testemunha, ao passo que para os dias de maior *RS*, essas diferenças aumentaram para 5,1, 5,0 e 2,2°C, respectivamente. No total, durante o cultivo, a *RS* foi de 2077 MJ m⁻². Até o florescimento médio (Fase I), durante o florescimento/frutificação (Fase II) e na

maturação dos frutos (Fase III), ocorreram quatro, um e quatro dias com valores inferiores a 10 MJ m^{-2} , e 17, 23 e 14 dias acima de 20 MJ m^{-2} , respectivamente.

Porém, conforme mostra a Tabela 2.4, entre as cores preta e preta/prata não foram registradas diferenças significativas. Durante o ciclo de cultivo, em média, sob essas duas cores foram $4,5^{\circ}\text{C}$ e $2,3^{\circ}\text{C}$ maiores que a testemunha e cobertura preta/branca, respectivamente.

TABELA 2.4 Temperatura média do solo medida a 5,0 cm de profundidade durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do minitomate no verão/outono de 2017.

Cobertura	Temperatura média do solo ($^{\circ}\text{C}$)			
	Fase I (0 – 35 DAT)	Fase II (35 – 70 DAT)	Fase III (70 – 105 DAT)	Ciclo (0 – 105 DAT)
Testemunha	27,4 c	27,1 c	26,1 c	26,8 c
Preto-branca	30,0 b	28,5 b	28,1 b	28,9 b
Preto-prata	33,1 a	30,8 a	29,2 a	31,0 a
Preta	32,9 a	31,3 a	29,6 a	31,3 a
CV (%):	1,68	3,52	2,43	2,12

Notas:

*DAT – Dias após o transplantio; CV – Coeficiente de variação.

**Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Assim, nota-se que o aquecimento proporcionado pela cor preta concorda com os observados em outros estudos conduzidos em diferentes locais e épocas (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004; RIBAS et al., 2015), mas a branca mostrou resultados divergentes. Enquanto Ribas et al. (2015), para as condições de primavera, verão e outono em Santa Maria, RS, Brasil, observaram menores temperaturas, Ham, Kluitenberg e Lamont (1993), durante o verão em Manhattan, nos Estados Unidos, não encontraram diferenças entre o solo descoberto e o coberto com o plástico preto/branco. Por outro lado, Andino e Motsenbocker (2004), em dois experimentos realizados em Baton Rouge, nos Estados Unidos, durante a primavera, obtiveram maiores temperaturas no solo coberto com essas duas cores, conforme obtido no presente trabalho. Steinmetz et al. (2016), destacam que, em regiões climáticas moderadas, a cobertura preta pode aumentar a temperatura do solo em até $6,0^{\circ}\text{C}$, enquanto que em locais quentes, a branca pode diminuí-la em até $2,0^{\circ}\text{C}$, quando comparados a solos sem o uso dessa técnica. Tarara (2000) afirma ainda que as divergências entre os locais podem estar relacionadas com a instalação das coberturas

plásticas. Conforme aponta, a espessura da camada de ar entre a cobertura plástica e o solo pode afetar a troca de calor entre essas duas superfícies.

Destaca-se que maiores valores e diferenças entre as coberturas foram obtidas na fase I da cultura, quando o dossel da planta cobria pequena parte da sua superfície. À medida que a cultura se desenvolveu, a influência das coberturas plásticas sobre a temperatura do solo diminuiu, conforme observado em outros estudos (TEASDALE; ABDUL-BAKI, 1995; MORENO; MORENO, 2008; BAN et al., 2009; MORENO; MORENO; MANCEBO, 2009; ZHAO et al., 2012). Assim, na fase I, a T_s méd sobre a cobertura preta e preta/prata foram aproximadamente 5,6°C e 3,0°C maiores que a testemunha e a preta/branca, respectivamente; enquanto que, na última fase (III), a T_s méd obtida sob essas duas cores diminuiu cerca de 3,6°C em relação à fase I, mostrando valores próximos a 29,4°C e apenas 3,3°C e 1,3°C maiores que testemunha e a preta/branca, respectivamente. Com relação à cobertura preta/branca, esta apresentou resultados intermediários entre as duas colorações (preta e preta/prata) e a testemunha com valores de 2,3°C e 2,1°C inferior e superior, respectivamente, durante o ciclo de cultivo. Entre as fases da cultura houve redução de 1,9°C da I para a III sob esta cor.

A Figura 2.10 mostra as variações diárias de temperatura máxima (T_s máx) do solo, bem como suas respectivas diferenças ao longo do ciclo de cultivo. Nota-se que todas as coberturas apresentaram valores superiores à testemunha. Maiores valores foram registrados na fase I de cada cultivo e diminuíram com o desenvolvimento da cultura. Em média, os valores foram 40,4, 41,2, 36,9 e 32,6°C na fase I; na II, 37,7, 37,2, 33,7 e 32,0°C; e na III, 35,5, 34,8, 33,4 e 30,7°C sob as coberturas preta, preta/prata, preta/branca e testemunha, respectivamente. Considerando todo o ciclo de cultivo, em média, elas foram 6,1°C, 6,0°C e 2,9°C maiores sob a *PT*, *PP* e *PB* em relação à *TM*, respectivamente.

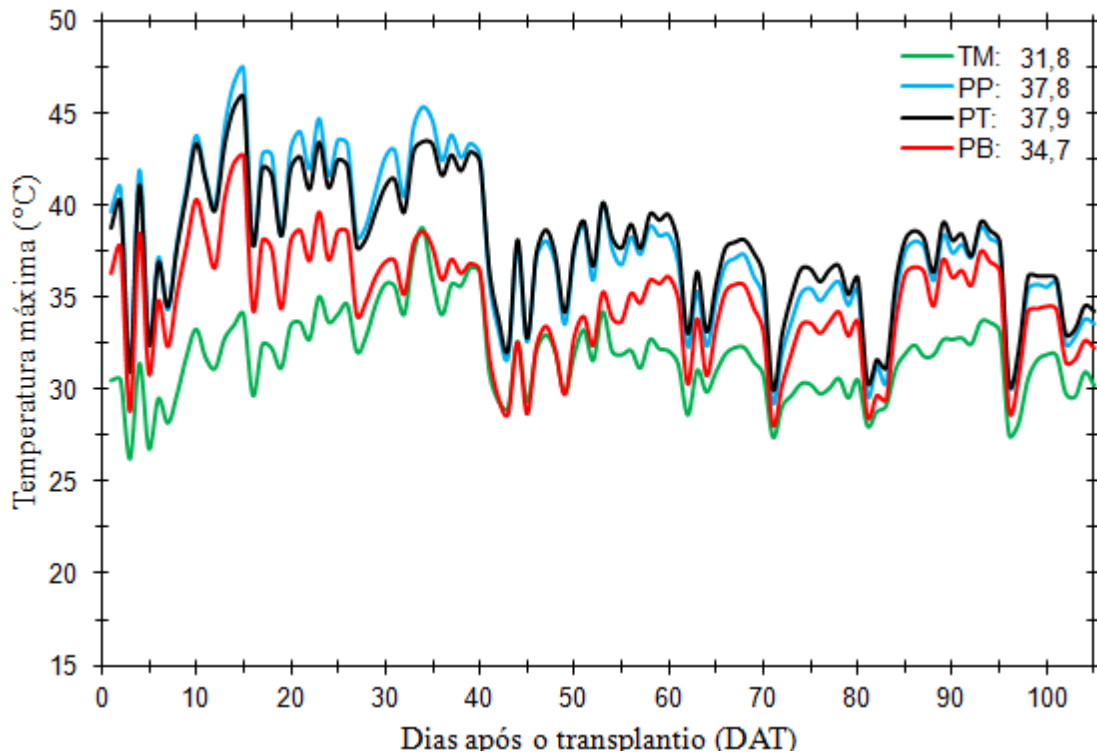


FIGURA 2.10 Temperatura máxima diária do solo medida a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas (*TM*, testemunha; *PB*, preta/branca; *PP*, preta/prata; *PT*, preta) durante a condução do experimento (verão/outono de 2017)

A Figura 2.11 mostra as variações diárias de temperatura mínima ($T_s\text{mín}$) do solo, bem como suas respectivas diferenças ao longo dos dois ciclos de cultivo. Nota-se que todas as coberturas apresentaram valores superiores à testemunha. Em média, a $T_s\text{mín}$ nas coberturas preta, preta/prata e preta/branca foi 2,9°C, 2,7°C e 1,3°C superior à testemunha, respectivamente. Observando as variações de $T_s\text{mín}$ dentro de cada fase, maiores valores ocorreram na I. Nesta fase, a média de $T_s\text{mín}$ sob as coberturas *PT*, *PP*, *PB* e *TM* foram 27,1, 27,0, 25,0 e 23,7°C, ou seja 3,4°C, 3,3°C e 1,3°C maiores que *TM*, respectivamente. Na II e III, os respectivos valores de $T_s\text{mín}$ diminuíram para 26,3°C e 25,3°C na *PT*; 26,1°C e 25,0°C na *PA*; 24,1°C e 24,6°C na *PB*; e 22,6 e 23,5°C na *TM*, com as respectivas diferenças diminuindo em 3,7°C, 3,5°C e 1,1°C na fase II e 1,8°C, 1,5°C e 1,5°C na III entre as coberturas *PT*, *PA* e *PB* quando comparadas à *TM*, respectivamente.

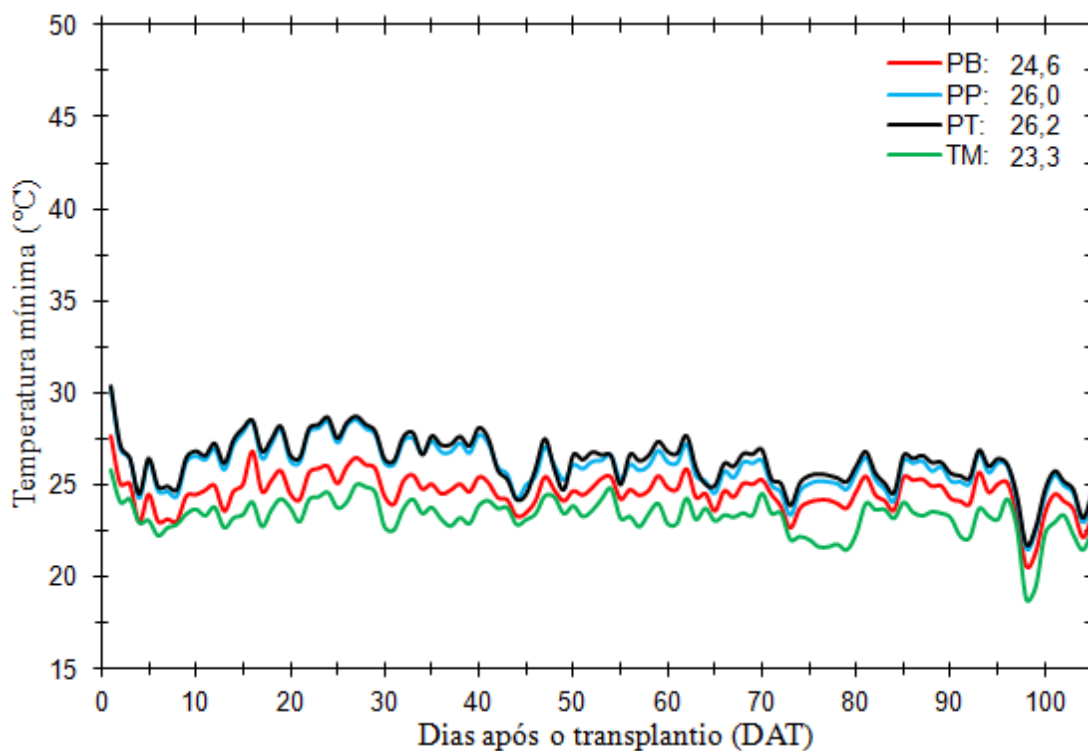


FIGURA 2.11 Temperatura mínima diária do solo medida a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas (*TM*, testemunha; *PB*, preta/branca; *PP*, preta/prata; *PT*, preta) durante a condução do experimento (verão/outono de 2017).

Em relação à amplitude térmica diária (diferença entre a temperatura máxima e mínima do dia), todas as coberturas plásticas apresentaram maior amplitude térmica que a testemunha. A maior diferença foi verificada na *PA* com 3,3°C e a menor na *PB* com 1,6°C a mais que a *TM* (8,5°C), respectivamente (Figura 2.12).

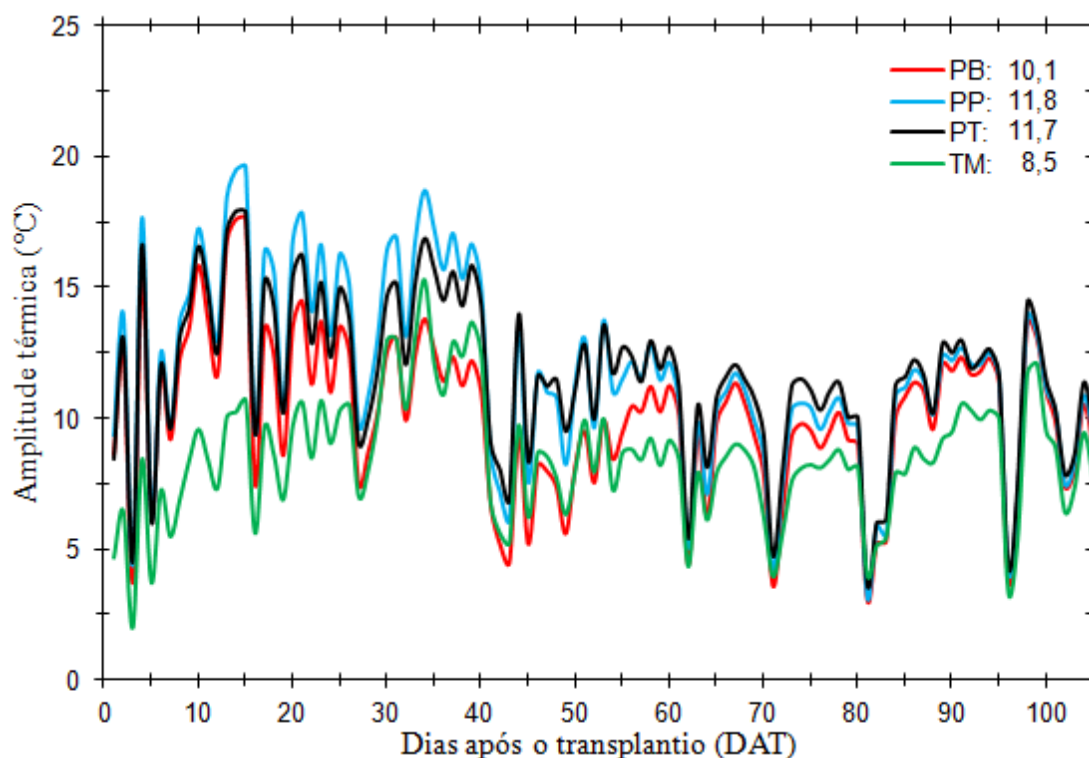


FIGURA 2.12 Amplitude térmica diária do solo medida a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas (*TM*, testemunha; *PB*, preta/branca; *PP*, preta/prata; *PT*, preta) durante a condução do experimento (verão/outono de 2017).

Na Figura 2.13 estão os registros diários de temperatura do solo feitos a 5,0 (a) e 15,0 cm (b) de profundidade em um dia de verão (06 Fev. 2017) aos 21 dias após o transplante do minitomate. O total de radiação solar incidente foi de $23,7 \text{ MJ m}^{-2}$, com valor máximo de $3,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ registrado entre as 12 e 13 horas do dia. Maior absorção de energia solar sobre as coberturas plásticas ocorreu na preta seguida pela preta/prata, preta/branca e testemunha. Observa-se ainda que menores variações térmicas ocorreram a 15,0 cm de profundidade quando comparadas às de 5,0 cm. Além disso, em 5,0 cm de profundidade a maior temperatura ocorreu às 16 horas, enquanto que em 15,0 cm esta foi verificada às 19 horas, isto é, após 4 e 7 horas da incidência máxima da radiação solar, respectivamente.

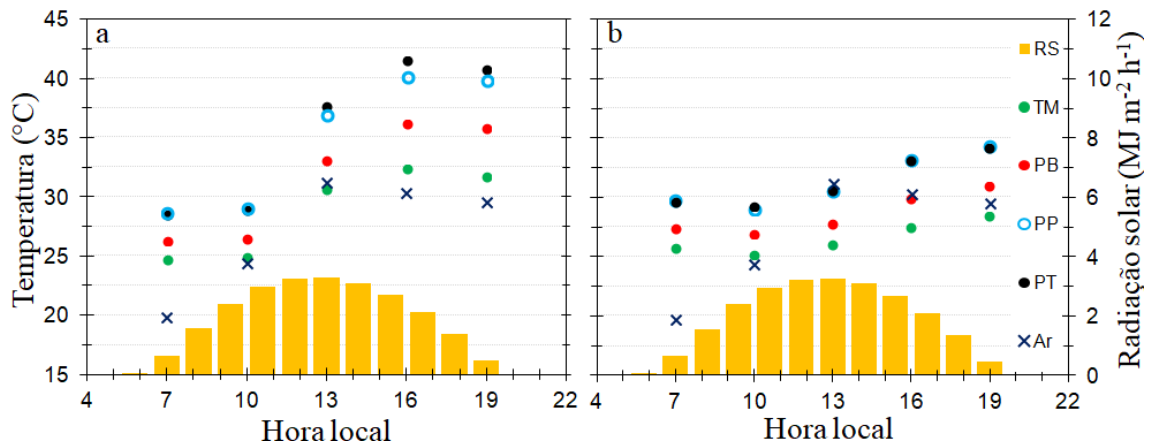


FIGURA 2.13 Variação diária da radiação solar (*RS*), da temperatura média do ar (*AR*) e do solo medida sob as coberturas (*TM*, testemunha; *PB*, preta/branca; *PP*, preta/prata, e; *PT*, preta) em um dia de sol pleno na profundidade de 5,0 (a) e 15,0 cm (b) aos 21 dias após o transplante do minitomate.

3.2 Influência das coberturas plásticas no cultivo do minitomate

3.2.1 Ciclo de cultivo

Embora o ciclo vegetativo do tomateiro possa ser fortemente influenciado pelas condições ambientais, principalmente pela intensidade luminosa, temperatura e interação (DIELEMAN; HEUVELINK, 1992), apenas as microalterações climáticas feitas pela cobertura plástica preta/prata reduziu significativamente o tempo de florescimento dos dois genótipos, que, em média, ocorreu 5,2 dias antes ao da testemunha (Tabela 2.5). Sobre as coberturas plásticas preta e preta/prata, distinções não foram verificadas em relação à preta/prata nem à testemunha. Então, ao confrontar os dados de florescimento dos dois genótipos avaliados com os de temperatura do solo proporcionados pelas diferentes colorações, nota-se que, embora as temperaturas tenham sido maiores nas coberturas preta e preta/prata quando comparados à preta/branca, essas diferenças não influenciaram no início do período reprodutivo dos genótipos. Ahmad et al. (2011), Faisalabad, Paquistão, com a cultura do pimentão, cultivada sobre os plásticos transparente e preto, e alguns materiais orgânicos, obtiveram menor tempo de florescimento com o uso de coberturas plásticas, mas também não encontraram diferenças significativas entre essas duas cores.

TABELA 2.5 Florescimento médio, em dias após o transplante, de dois genótipos de minitomate cultivados sobre cobertura plástica colorida (verão/outono de 2017).

Cobertura	Hábito de crescimento		
	Determinado	Indeterminado	Média
Testemunha	35,5	34,0	34,8 b
Preta/branca	32,2	30,5	31,4 ab
Preta/prata	28,8	30,5	29,6 a
Preta	30,5	32,2	31,4 ab
Média	31,8	31,8	
CV (%): 10,33			

Notas:

*CV, Coeficiente de variação.

**Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Antecipar o período reprodutivo pode minimizar reduções na produtividade, principalmente em regiões ou períodos com alta incidência de insetos transmissores de doenças causadas por vírus. Conforme o vírus, para cada dia anterior à colheita que o tomateiro apresentar sintomas da doença, a produtividade pode ser reduzida cerca de 2% (DÍAZ-PÉREZ et al., 2003). Essas perdas podem estar altamente relacionadas com o estágio de desenvolvimento do tomateiro em que a doença apresentou sintomas (DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007). Assim, a antecipação do ciclo do tomateiro em 5,2 dias, conforme obtido nesse trabalho com a cobertura preta/prata, pode significar redução nas perdas produtivas superiores a 10% em locais ou épocas potencialmente infestados, reduzindo apenas o início do período reprodutivo da cultura com o uso da cobertura plástica preta/prata. Para o complexo virótico causador do vira-cabeça do tomateiro, Andersen et al. (2012) no Norte da Flórida, Estados Unidos, encontraram redução na sua manifestação com o uso de coberturas plásticas reflexivas quando comparadas à preta.

3.2.2 Produtividade e qualidade dos frutos colhidos

A Tabela 2.6 mostra os fatores produtivos de dois genótipos de minitomate cultivados sobre as três colorações plásticas e sem o uso desta (testemunha). Nota-se que apenas para o percentual de frutos úteis (FC) não houve interação entre as coberturas e genótipo. Assim, independentemente do genótipo, a cor preta e a preta/prata reduziram perdas na produção, apresentando maior percentual de frutos comercializáveis. Já na cor preta/branca, obteve-se o menor percentual de frutos

comercializáveis, mas este não foi estatisticamente inferior à testemunha. Em relação ao genótipo, observou-se que o indeterminado foi menos propício a perdas.

TABELA 2.6 Fatores de produção de dois genótipos de minitomate cultivados sobre cobertura plástica colorida no verão/outono de 2017.

Fator produção	Genótipo	Cobertura				Média	CV (%)
		Testemunha	Preta/branca	Preta/prata	Preta		
PT (kg m ⁻²)	Determinado	1,597 Ab	2,302 aAB	3,527 aA	2,697 aAB	2,531	30,6
	Indeterminado	2,555 aA	3,046 aA	2,110 bA	2,289 aA	2,500	
	Média	2,076	2,674	2,819	2,493		
PC (kg m ⁻²)	Determinado	1,214 bB	1,603 aAB	2,881 aA	2,297 aAB	1,999	32,2
	Indeterminado	2,207 aA	2,491 aA	1,812 bA	2,026 aA	2,134	
	Média	1,711	2,047	2,347	2,161		
FC (%)	Determinado	75,2	70,1	81,9	83,6	77,7 b	4,7
	Indeterminado	86,3	81,8	86,1	88,3	85,6 a	
	Média	80,8 AB	76,0 B	84,0 A	85,9 A		
NF (qtde)	Determinado	44 bB	53 bAB	100 aA	88 aAB	71	27,2
	Indeterminado	103 aA	118 aA	100 aA	103 aA	105	
	Média	73	85	99	95		
PF (g fruto ⁻¹)	Determinado	8,462 aAB	9,159 aA	8,670 aA	7,671 aB	8,491	6,4
	Indeterminado	6,383 bA	6,322 bA	5,571 bA	5,808 bA	6,021	
	Média	7,423	7,741	7,120	6,740		

Notas:

*CV, Coeficiente de variação; FC, Percentual de frutos úteis; NF, Número de frutos comercializáveis por planta; PC, Produtividade comercializável; PF, Peso médio de fruto; PT, Produtividade total.

**Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna para cada fator de produção e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Para os outros fatores da produção apenas o genótipo de crescimento determinado respondeu às alterações no microambiente proporcionadas pela cor da cobertura. Neste, maior produtividade total (*PT*), comercial (*PC*) e quantidade de frutos comercializáveis por planta (*NF*) foram obtidos na cobertura preta/prata e os menores na testemunha. As cores preta e preta/branca mostraram desempenhos intermediários não diferindo da testemunha nem da cobertura preta/prata. Para o peso médio de frutos (*PF*), maior valor foi obtido com a cor preta/prata e preta/branca e o menor com a preta. Para esse fator, a testemunha mostrou pesos intermediários entre as coberturas que reportaram o maior e o menor peso, não diferindo estatisticamente de ambas.

Assim, quando comparado ao solo descoberto, o uso da cobertura plástica colorida preta/prata no cultivo de verão/outono aumentou a produtividade total, comercial e a quantidade de frutos, reduziu o percentual de perdas e manteve o peso médio dos frutos de minitomate de crescimento determinado. Por outro lado, as

colorações preta/branca e preta mantiveram os fatores produtivos avaliados estatisticamente iguais à observada na testemunha. Já no genótipo de crescimento indeterminado, a presença da cobertura plástica praticamente não interferiu na produção nem no peso médio de frutos. Para as condições de inverno/primavera em Ilha Solteira, SP, Bogiani et al. (2008), avaliando as cores preta e a branca não obtiveram diferenças na produtividade em relação ao sem cobertura. Dantas et al. (2013), com a cultura da melancia para as condições da primavera em Baraúna, RN, ao avaliar as cores preta, prata e branca obtiveram maiores produtividades em relação à testemunha, mas também não encontraram diferenças entre as cores. Enquanto que Rao et al. (2017) com a melancieira de inverno em Bhopal, Índia, reportaram maiores incrementos na produtividade utilizando as cores prata, seguida da preta, vermelha, azul, rosa, amarela e orgânica.

Ao avaliar o desempenho produtivo do minitomate, o genótipo de crescimento determinado apresentou maior produtividade sobre a cobertura preta/prata, que juntamente com a preta reportou a maior temperatura durante o ciclo de cultivo (Tabela 2.4). Destaca-se que, sob essas colorações plásticas, a temperatura média do solo manteve-se, na maior parte do ciclo de cultivo, acima da ótima estimada por Díaz-Pérez e Batal (2002). Assim, efeitos microtérmicos proporcionados pelas colorações das coberturas provavelmente tiveram pouca influência nos parâmetros produtivos do minitomate. Ao contrário, para o cultivo de brócolis em Tifton, Estados Unidos, Díaz-Pérez (2009) concluíram que a utilização de cores escuras na primavera favorece sua produção, provavelmente devido à capacidade de aquecimento do solo. Por outro lado, Díaz-Pérez (2010), no cultivo do pimentão durante o outono, em Tifton, Estados Unidos, concluíram que, por aumentar a temperatura média do solo acima da faixa preconizada, cores escuras afetam sua produção por elevar o estresse térmico.

Além do efeito térmico (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986), as colorações alteram também o microambiente de luz (NGOUAJIO; ERNEST, 2005; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015) e conforme as propriedades ópticas características de cada material (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), pode favorecer o desempenho da cultura. Porém, como apontam diversos estudos (DECOTEAU et al., 1988; BAN et al., 2009; YURI et al., 2012; LUCENA et al., 2013; YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013), as respostas das plantas a essas alterações diferem de acordo com os locais ou épocas e entre as espécies ou variedades cultivadas. No presente trabalho, as respostas das

plantas de minitomates a uma determinada coloração também diferiram entre os dois genótipos de hábitos de crescimentos distintos. Enquanto que para a *PT*, *PC* e *NF* no genótipo de crescimento determinado foram maiores que a testemunha na cor preta/prata (Tabela 2.5.), o indeterminado não respondeu ao uso da cobertura plástica nem ao efeito das colorações quando cultivado no período chuvoso em condições de campo.

Assim, para o genótipo de crescimento determinado, as propriedades ópticas da cor preta/prata intermediárias (GINEGAR POLYSACK, 2018) entre a preta e a preta/branca, a maior produtividade obtida com esta cor pode estar relacionada ao aumento da luz total refletida em torno do microambiente da planta quando comparada à preta (Tabela 1), favorecendo o processo fotossintético, bem como maior temperatura do solo em relação à branca. Além disso, Decoteau et al. (1988) destacaram que o tomateiro pode responder a pequenas mudanças no ambiente de luz induzidas pela cor da cobertura. Cores claras refletem maior quantidade de luz total, mas uma menor proporção na faixa do vermelho-distante em relação à vermelha (DECOTEAU et al., 1986). Essa taxa é responsável pela regulação dos processos fisiológicos da planta e atua na sua partição fotossintética (DECOTEAU et al., 1988; KASPERBAUER, 1987; 1988), além de poder favorecer o desenvolvimento dos frutos (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001).

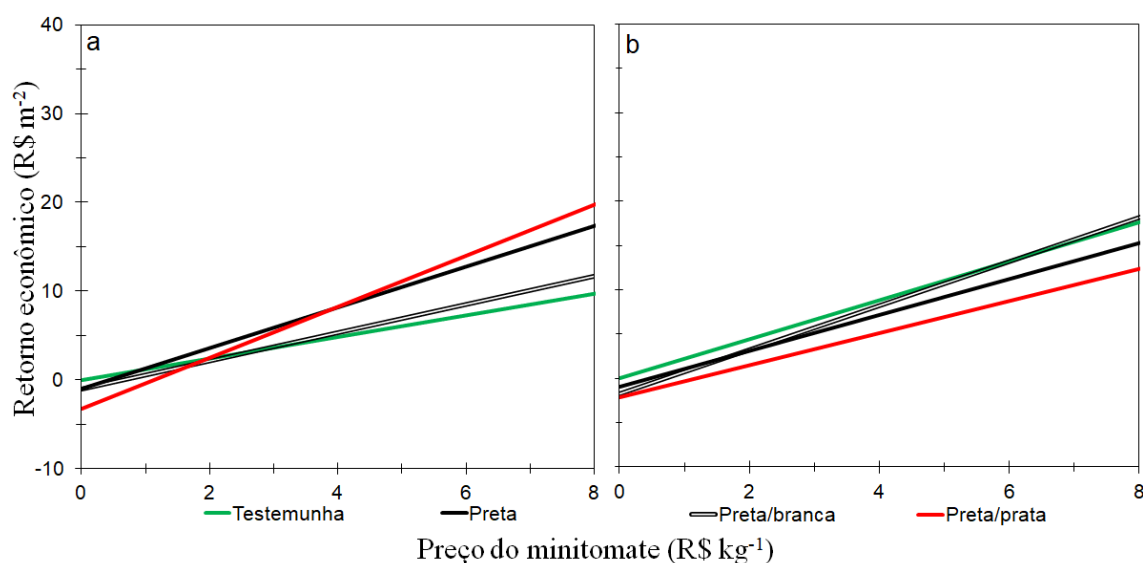
Outros benefícios também contribuem para o aumento na produtividade, tais como a redução na evaporação da água no solo (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015; KHAN et al., 2016), eficiência no controle de plantas daninhas (RAMAKRISHNA et al., 2006; ANIKWE et al., 2007; ANZALONE et al., 2010; CIRUJEDA et al., 2012), aumento na absorção (KUMAR; DEY, 2011; LIU et al., 2015), eficiência do uso de nutrientes (FILIPOVIĆ et al., 2016), repelência de insetos-pragas (SUWWAN et al., 1988; GREER; DOLE, 2003; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004), menor incidência precoce de doenças causadas por vírus (SUWWAN et al., 1988; DÍAZ-PÉREZ et al., 2003) e de doenças de solo (KATAN et al., 1976), e melhor agregação do solo com o conseqüente aumento na atividade microbiana e crescimento de raízes (WANG et al., 2017). Todos esses benéficos contribuem para aumentar a produtividade das culturas e, em conjunto com as propriedades ópticas das colorações plásticas, podem maximizar os rendimentos.

Destaca-se ainda que, embora a produtividade obtida tenha sido relativamente baixa, ratificando as dificuldades de manejo do tomateiro no período chuvoso em

condições de campo (FILGUEIRA, 2013; YURI et al., 2016), o uso da cobertura plástica colorida preta/prata pode favorecer o desempenho produtivo no cultivo de minitomates. Ademais, os resultados do presente estudo estão próximos aos encontrados por Yuri et al. (2016) em Petrolina, PE. Ao avaliarem seis cultivares de minitomate conduzidos sobre cobertura plástica prata, as produtividades dos materiais testados por eles variaram entre 1,8 e 4,0 kg m⁻² para o chuvoso com temperatura mais elevadas.

3.2.3 Retorno econômico

O retorno econômico estimado para cada cobertura foi distinto entre os genótipos (Figura 2.14). Para o determinado (a) todas as coberturas plásticas podem proporcionar maior retorno quando comparado à testemunha enquanto para o indeterminado (b) este pode ser obtido apenas na preta/branca, a depender do preço do minitomate na época das colheitas.



Cobertura	Determinado		Indeterminado	
	Retorno econômico	Valor mínimo	Retorno econômico	Valor mínimo
Testemunha	RE = 1,21 VP	---	RE = 2,21 VP	---
Preta	RE = 2,30 VP - 1,03	R\$ 0,94	RE = 2,03 VP - 0,91	R\$ -5,06
Preta/branca	RE = 1,60 VP - 1,11	R\$ 2,86	RE = 2,49 VP - 1,72	R\$ 6,14
Preta/prata	RE = 2,88 VP - 3,31	R\$ 1,98	RE = 1,81 VP - 2,08	R\$ -5,20

FIGURA 2.14 Estimativa do retorno econômico dos híbridos de crescimento determinado (a) e indeterminado (b) para cada cobertura em função do preço do minitomate. RE – Retorno econômico; VP – Preço do minitomate.

Ao comparar individualmente o retorno das coberturas plásticas com a testemunha, foram encontrados valores mínimos do preço do minitomate para superarem seu custo de aquisição. Para o genótipo de crescimento determinado, menor valor foi obtido com a cobertura plástica preta e o maior com a preta/branca, ou seja, na cobertura preta aumentos no retorno econômico ocorrem se preço do minitomate atingir valor mínimo superior a 0,94 R\$ kg⁻¹, enquanto na preta/branca, 2,86 R\$ kg⁻¹. Percebe-se ainda que se o preço do minitomate superar 3,90 R\$ kg⁻¹, maior retorno econômico pode ser obtido com a cobertura preta/prata.

O preço do minitomate (tomate cereja) no Ceasa Minas (2017) durante o período de colheita variou entre 2,35 e 7,05 R\$ kg⁻¹, apresentando média de 4,96 R\$ kg⁻¹ (Figura 2.15). Considerando o valor médio praticado durante esse período, apenas o genótipo de crescimento determinado apresentou maior retorno econômico à testemunha ao utilizar coberturas plásticas. Para este valor, maior retorno foi obtido com a cobertura preta/prata, seguida da preta e da preta/branca. No genótipo de crescimento indeterminado, apenas na terceira colheita o uso da cobertura plástica preta/branca proporcionou maior retorno econômico que a testemunha.

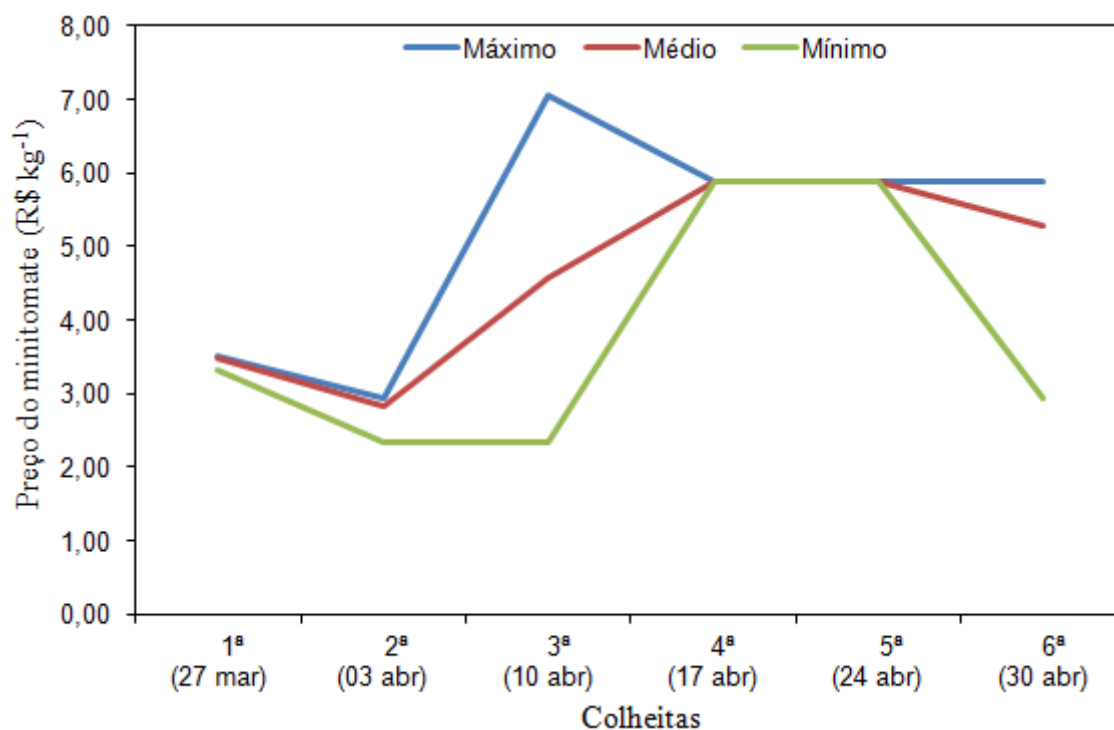


FIGURA 2.15 Variações semanais do preço do minitomate (tomate cereja) no ano de 2017.

3.2.4 Teor de sólidos solúveis

Quanto ao teor de sólido solúvel (Tabela 2.7), não foi notado efeito das colorações. Essa característica, entre outros fatores, pode ser influenciada pela maior relação entre a luz refletida na faixa do vermelho-distante e vermelha (SHIUKHY SARJAZ; CHALAVI, 2015). Casiera-Posada, Fonseca e Vaughan (2011), em Boyaca, Colômbia, obtiveram maior teor de sólidos solúveis (TSS) com a cor preta, em comparação às cores vermelha, verde, prata, azul e amarela. Conforme Decoteau, Kasperbauer e Hunt (1989), das cores testadas, a preta é a que reflete maior relação entre o vermelho-distante e vermelha. Entretanto, conforme mostrou a Figura 2.9., devido à ocorrência de dias com chuvas durante a fase de frutificação (Fase II), a insolação desse período provavelmente não foi o suficiente para que as colorações favorecessem a concentração de açúcares nos frutos. Kasperbauer, Loughrin e Wang (2001) verificaram aumento na concentração de sólido solúvel em frutos de morangueiro sobre coberturas plásticas com maior proporção de luz refletida entre o vermelho-distante e vermelho quando a frutificação ocorreu com predomínio de dias ensolarados, mas não a detectaram quando esta foi em dias com maior nebulosidade. Por outro lado, Campagnol et al. (2014) obtiveram redução no °Brix do tomateiro híbrido San Vito cultivado na primavera em Piracicaba, SP, sobre a cor preta quando comparada ao sem cobertura e creditaram essa redução ao aumento de umidade na camada superficial do solo coberto.

TABELA 2.7 Teor de sólidos solúveis (°Brix) de dois genótipos de minitomate cultivados sobre cobertura plástica colorida (verão/outono de 2017).

Cobertura	Hábito de crescimento		
	Determinado	Indeterminado	Média
Testemunha	5,44	5,70	5,57
Preto-branca	5,46	5,65	5,55
Preto-prata	4,44	6,02	5,23
Preta	4,79	5,66	5,22
Média	5,04 B	5,76 A	

CV (%): 13,67

Notas:

*CV, Coeficiente de variação.

**Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na linha em cada período de cultivo e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

De maneira geral, os resultados mostraram que a escolha da coloração plástica do solo pode contribuir para o aumento na produtividade de minitomate conduzido em campo. No verão/outono, maior produtividade foi obtida com a cor preta/prata, mas não foi observada alteração significativa no teor total de sólido solúvel dos frutos. Porém, como o minitomate ainda é pouco cultivado em campo, novas pesquisas testando outras colorações plásticas bem como variedades distintas são essenciais.

4 CONCLUSÕES

Os resultados desse trabalho permitem concluir que, para as condições de campo de Uberlândia, MG, com relação ao uso de coberturas plásticas coloridas no verão/outono:

- 1) As cores preta, preta/prata e preta/branca aumentam a temperatura do solo;
- 2) Não há diferenças na temperatura do solo entre as coberturas preta e preta/prata, mas estas foram maiores do que a da preta/branca;
- 3) A coloração plástica preta/prata aumenta a produtividade de minitomate determinado, além de antecipar o início do florescimento;
- 4) Não há efeito da cor ou presença da cobertura sobre o teor de sólido solúvel;
- 5) Como há poucos estudos com o minitomate cultivado em campo, novas pesquisas são fundamentais para contribuir com a descrição dos efeitos principais das colorações plásticas sobre essa cultura.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; KOYANAGUI, M. T.; TREMOCOLDI, M. A.; EVANGELISTA, R. M. Effect of different ratios of K:Ca:Mg on fruit quality of mini tomato grown in substrate. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 29, n. 2, p. 5226–5231, 2011. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_5/a3904_t5757_comp.pdf. Acesso em: 04 ago. 2017.
- AHMAD, I.; HUSSAIN, Z.; RAZA, S.; MEMON, N.; NAQVI, S. A. Response of vegetative and reproductive components of Chili to inorganic and organic mulches. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. Faisalabad, v. 48, n. 1, p. 19–24, 2011. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2011/20113221214.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.
- ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE JR., A. S.; SOUSA, F.; SEDIYAMA, G. C.; BEZERRA, J. R. C.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; Coeficiente de cultivo das principais culturas anuais. **Revista ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**. [S.], n. 52–53, p. 49–57, 2001. Disponível em: http://www.abid.org.br/arquivo/revista/revista_pdf/item_52-53.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.
- ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; PEIL, R. M. N. Produtividade biológica de genótipos de tomateiro em sistema hidropônico no outono/inverno. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30, n. 4, p. 613–619, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000400009>
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, 1998. Disponível em: https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Ed. UFLA, 2004, 393p.
- ANDERSEN, P. C.; OLSON, S. M.; MOMOL, M. T. Effect of plastic mulch type and insecticide on incidence of tomato spotted wilt, plant growth, and yield of tomato. **HortScience**. Alexandria, v. 47, n. 7, p. 861–865, 2012. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.7.861>
- ANDINO, J. R.; MOTSENBOCKER, C. E. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. **HortScience**. Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1246–1249, 2004. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.6.1246>

ANIKWE, M. A. N.; MBAH, C. N.; EZEAKU, P. I.; ONYIA, V. N. Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. **Soil and Tillage Research**. London, v. 93, n. 2, p. 264–272, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.04.007>

ANZALONE, A.; CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; PARDO, G.; ZARAGOZA, C. Effect of biodegradable mulch material on weed control in processing tomatoes. **Weed Technology**. Lawrence, v. 24, n. 3, p. 369–377, 2010. <https://doi.org/10.1614/WT-09-020.1>

BAN, D.; ZANIC, K.; DUMICIC, G.; CULJAK, T. G.; BAN, S. G. The type of polyethylene mulch impacts vegetative growth, yield and aphid population in watermelon production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**. Helsinki, v. 7, n. 3–4, p. 543–550, 2009. Disponível em: <http://bib.irb.hr/datoteka/432177.64.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995, 657p.

BOGIANI, J. C.; ANTON, C. S.; SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SENO, S. Tip pruning, plant density and plastic mulching in tomato yield in protected cultivation. **Bragantia**. Campinas, v. 67, n. 1, p. 145–151, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100018>

BONACHELA, S.; GRANADOS, M. R.; LÓPEZ, J. C.; HERNÁNDEZ, J.; MAGÁN, J. J.; BAEZA, E. J.; BAILLE, A. How plastic mulches affect the thermal and radiative microclimate in an unheated low-cost greenhouse. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 152, p. 65–72, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.09.006>

CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C.; MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S. C.; MINAMI, K. Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na cultura do tomateiro. **Irriga, Botucatu**, v. 19, n. 3, p. 345–357, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p345>

CASIERA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**. Bogotá, v. 29, n. 3, p. 407–413, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n3/v29n3a09>. Acesso em: 10 out. 2017.

CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; ANZALONE, A.; MARTÍN-CLOSAS, L.; MECO, R.; MORENO, M. M.; PARDO, A.; PELACHO, A. M.; ROJO, F.; ROYO-ESNAL, A.; SUSO, M. L.; ZARAGOZA, C. Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. **Agronomy for Sustainable Development**. Paris, v. 32, n. 4, p. 889–897, 2012. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0084-y>

DANTAS, M. S. M.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; CRUZ, C. A.; CUNHA, A. P. A. Yield and quality of watermelon grown under nonwoven textile protection combined with plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 824–829, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000800004>

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Colored plastic mulches and tomato morphogenesis. *In*: **PROC. Natl. Agr. Plastics Conf.** v. 19, p. 240–248, 1986. Disponível em:
http://php.scripts.psu.edu/users/d/r/drd10/Site/Publications_files/ColoredMulchesTomatoMorph.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 34, p. 169–175, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90089-1](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90089-1)

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 114, n. 2, p. 216–219, 1989. Disponível em:
http://www.personal.psu.edu/drd10/Site/Publications_files/MulchColorTomatoYield.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Pleck) var *italica*] as affected by plastic film mulches. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 123, p. 156–163, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.08.014>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BATAL, K. D. Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 127, n. 1, p. 127–136, 2002.
<https://doi.org/10.21273/JASHS.127.1.127>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BATAL., K. D.; GRANBERRY, D.; BERTRAND, D.; GIDDINGS, D. Growth and yield of tomato on plastic film mulches as affected by tomato spotted wilt virus. **HortScience**. Alexandria, v. 38, n. 3, p. 395 – 399, 2003.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.3.395>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; GITAITIS, R.; MANDAL, B. Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted will symptoms and yield of tomato. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 114, p. 90–95, 2007.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.013>

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. **HortScience**. Alexandria, v. 48, n. 5, p. 1196–1204, 2010. Disponível em:
<http://hortsci.ashspublications.org/content/45/8/1196>. Acesso em: 10 out. 2017.

DIELEMAN, J. A.; HEUVELINK, E. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. **Journal of Horticultural Science**. [S.l.], v. 67, n. 1, p. 1–10, 1992. <https://doi.org/10.1080/00221589.1992.11516214>

FAN, Y.; DING, R.; KANG, S.; HAO, X.; DU, T.; TONG, L.; LI, S. Plastic mulch decreases available energy and evapotranspiration and improves yield and water use efficiency in a irrigated maize cropland. **Agricultural water management**. Spain, v. 179, p. 122–131, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.019>

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª ed. rev. ampl. Viçosa: UFV., 2013, 421p.

FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M.; BOROŠIĆ, J.; FILIPOVIĆ, L.; MALLMANN, F. J. K.; ROBINSOND, D. A. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: Experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 176, p. 100–110, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.020>

FRANQUERA, E. N. Influence of different colored plastic mulch on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*). **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**. Tehran, v. 1, n. 2, p. 97–104, 2011. Disponível em: <http://www.sid.ir/En/Journal/ViewPaper.aspx?ID=231720>. Acesso em: 20 mar. 2015.

GINEGAR POLYSACK. **Filmes para cobertura de solo *Mulch More*®**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.ginegar.com.br/galeria/mulch-more.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

GREER, L.; DOLE, J. M. Aluminum foil, aluminum-painted, plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. **HortTechnology**. Alexandria, v. 13, n. 2, p. 276–284, 2003. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.2.0276>

HAM, L. M.; KLUITENBERG, G. J.; LAMONT, W. J. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 118, n. 2, p. 188–193, 1993. <https://doi.org/10.21273/JASHS.118.2.188>

HOU, X.; WANG, F.; HAN, J.; KANG, S.; FENG, S. Duration of plastic mulch for potato growth under drip irrigation in an arid region of Northwest China. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 150, p. 115–121, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.09.007>

JAYAKUMAR, M.; JANAPRIYA, S.; SURENDRAN, U. Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient use efficiency and economic benefits. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 182, p. 87–93, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.012>

KASPERBAUER, M. J. Far-Red Light Reflection from Green Leaves and Effects on Phytochrome-Mediated Assimilate Partitioning under Field Conditions. **Plant Physiology**. Bethesda, v. 85, n. 2, p. 350–354, 1987.

<https://doi.org/10.1104/pp.85.2.350>

KASPERBAUER, M. J. Phytochrome involvement in regulation of the photosynthetic apparatus and plant adaptation. **Plant Physiology and Biochemistry**. [S.l.], v. 26, n. 4, p. 519–524, 1988. Disponível em:

<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=18394&content=PDF>.

Acesso em: 29 jan. 2018.

KASPERBAUER, M. J.; LOUGHRIN, J. H.; WANG, S. Y. Light reflected from red mulch to ripening strawberries affects aroma, sugar and organic acid concentrations. **Photochemistry and Photobiology**. [S.l.], v. 74, n. 1, p. 103–107, 2001.

[https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2001\)074<0103:LRFMT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2001)074<0103:LRFMT>2.0.CO;2)

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soil-borne pathogens.

Phytopathology. Saint Paul, v. 66, p. 663–668, 1976.

<https://doi.org/10.1094/Phyto-66-683>

KHAN, M. N.; AYUB, G.; ILYAS, M.; KLAN, M.; HAQ, F. U.; ALI, J.; ALAM, A. Effect of different mulching materials on weeds and yield of chili cultivar. **Pure and Applied Biology**. Quetta, v. 5, n. 4, p. 1160–1170, 2016.

<https://doi.org/10.19045/bspab.2016.50139>

KUMAR, S.; DEY, P. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 127, n. 3, p. 318–324, 2011.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.023>

LIAKATAS, A.; CLARK, J. A.; MONTEITH, J. L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 36, p. 227–239, 1986. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(86\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0168-1923(86)90037-7)

LIMA, E. M. C.; CARVALHO, J. A.; VIOL, M. A.; REZENDE, F. C.; THEBALDI, M. S.; DIOTTO, A. D. Economic analysis of irrigated melon cultivated in greenhouse with and without soil plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 21, n. 7, p. 471–475, 2017.

<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p471-475>

LIU, C. A.; JIN, S. L.; ZHOU, L. M.; JIA, Y.; LI, F. M.; XIONG, Y. C.; LI, X. G. Effects of plastic film mulch and tillage on maize productivity and soil parameters. **European Journal of Agronomy**. [S.l.], v. 31, p. 241–249, 2009.

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.08.004>

- LIU, X. E.; LI, X. G.; GUO, R. Y.; KUZYAKOV, Y.; LI, F. M. The effect of plastic mulch on the fate of urea-N in rain-fed maize production in a semiarid environment as assessed by ¹⁵N-labeling. **European Journal of Agronomy**. [S.l], v. 70, p. 71–77, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.006>
- LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Dry mass and nutrients accumulation by tomato 'SM-16' cultivated in different mulching. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, p. 401–409, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300010>
- MACIEL, G. M.; FERNANDES, M. A. R.; MELO, O. D.; OLIVEIRA, C. S. Agronomic potential of mini tomato hybrids with determinate and indeterminate growth habit. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 34, n. 1, p. 144–148, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160000100022>
- MORENO, M. M.; MORENO, A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 116, p. 256–263, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.01.007>
- MORENO, M. M.; MORENO, A.; MANCEBO, I.; Comparison of different mulch materials in a tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop. **Spanish Journal of Agricultural Research**. Madrid, v. 7, n. 2, p. 454–464, 2009. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009072-1500>
- NEGREIRA. **Biodegradáveis**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://negreira.com.br/biodegradaveis>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- NGOUAJIO, M.; ERNEST, J. Changes in physical, optical, and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. **HortScience**. Alexandria, v. 40, n. 1, p. 94–97, 2005. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/40/1/94>. Acesso em: 10 out. 2017.
- NORTENE. **Mulching**. Barueri, 2018. Disponível em: <http://nortene.com.br/mulching/>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- RAMAKRISHNA, A.; TAM, H. M.; WANI, S. P.; LONG, T. D. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research** Amsterdam, v. 95, p. 114–125, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.030>
- RAO, K. V. R.; BAJPAI, A.; GANGWAR, S.; CHOURASIA, L.; SONI, K. Effect of mulching on growth, yield and economics of watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb). **Environment & Ecology**. [S.l], v. 35, n. 3d, p. 2437–2441, 2017. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1hpUxm7Xx9dZFP-MwO5hfjkY5daK7rcOS/view>. Acesso em: 15 fev. 2018.

- RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; SILVA, S. D.; ROCHA, T. S. M.; LANGNER, J. A. Effect of irrigation and mulching on soil temperature. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 35, n. 5 p. 817–828, 2015.
<https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p817-828/2015>
- SENTO-SÉ, G. V. T.; GOMES, A. S.; GONÇALVES, F. M.; SILVA, M. C.; COSTA, N. D.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Performance of mini tomatoes cultivars in summer conditions of Sumedim Valley of São Francisco River. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, n. 2, p. 1017–1022, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/997756/1/Jony4.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.
- SHIUKHY, S.; SARJAZ, R. M.; CHALAVI, V. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. **International Journal of Biometeorology**, [S.], v. 59, n. 8, p. 1061–1066, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0919-0>
- SILVA, E. M.; ASSUNÇÃO, W. L. O clima na cidade de Uberlândia – MG. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 16, n. 30, 2004. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9181/5646>. Acesso em: 27 mar. 2016.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças, 2000, 168p.
- SNYDER, K.; GRANT, A.; MURRAY, C. WOLFF, B. The effects of plastic mulch systems on soil temperature and moisture in Central Ontario. **HortTechnology**. Alexandria, v. 25, n. 2, p. 162–170, 2015.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.2.162>
- STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES INC. **SPSS statistics for Windows, version 17.0**. Chicago: SPSS Inc, 2008.
- STEINMETZ, Z.; WOLLMANN, C.; SCHAEFER, M.; BUCHMANN, C.; DAVID, J.; TRÖGER, J.; MUÑOZ, K.; FRÖR, O.; SCHAUMANN, G. E. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? **Science of the Total Environment**. [S.], v. 550, p. 690–705, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>
- SUWWAN, M. A.; AKKAWI, M.; AL-MUSA, A. M.; MANSOUR, A. Tomato performance and incidence of Tomato Yellow Leaf Curl (TYLC) Virus as affected by type of mulch. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 37, n. 1–2, p. 39–45, 1988.
[https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90149-5)
- TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of mini tomato in organic system with to stems conduction and top pruning. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 33, n. 4, p. 515–520, 2015.
<https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400018>

TARARA, J. M. Microclimate modification with plastic mulch. **HortScience**. Alexandria, v. 35, n. 2, p. 169–180, 2000. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.2.169>

TEASDALE, J. R.; ABDUL-BAKI, A. A. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 120, n. 5, p. 848–853, 1995. <https://doi.org/10.21273/JASHS.120.5.848>

WANG, L.; LI, X. G.; LV, J.; FU, T.; MA, Q.; SONG, W. WANG, Y. P.; LI, F. M. Continuous plastic-film mulching increases soil aggregation but decreases soil pH in semiarid areas of china. **Soil and Tillage Research**. London, v. 167, p. 46–53, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.11.004>

YAGHI, T.; ARSLAN, A.; NAOUM, F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 128, p. 149–157, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.06.002>

YURI, J. E.; COSTA, N. C.; LIMA, M. A. C.; RESENDE, G. M.; FERREIRA, T. D.; SILVA, M. C. Mini tomato cultivars for the Sub-mid São Francisco Valley, Brazil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 29, n. 4. p. 1015–1020, 2016. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n427rc>

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Strawberry cultivation with mulch of different colors and installation times on the beds. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30 p. 424–427, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300011>

ZHANG, Y.; WANG, F.; SHOCK, C. C.; YANG, K.; KANG, S.; QIN, J.; LI, S. Effects of plastic mulch on the radiative and thermal conditions and potato growth under drip irrigation in arid Northwest China. **Soil and Tillage Research**. London, v. 172, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.04.010>

CAPÍTULO III

COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO: IMPACTOS DA COR NO CRESCIMENTO,
PRODUTIVIDADE E TEOR DE SÓLIDO SOLÚVEIS DE MINITOMATES
CONDUZIDOS EM CAMPO NO INVERNO/PRIMAVERA

CAPÍTULO III: COBERTURA PLÁSTICA DO SOLO – IMPACTOS DA COR NO CRESCIMENTO, PRODUTIVIDADE E TEOR DE SÓLIDO SOLÚVEIS DE MINITOMATES NO INVERNO/PRIMAVERA

RESUMO

Coberturas plásticas coloridas sobre a superfície do solo (*mulching*) alteram a temperatura do solo e do ar no microambiente de cultivo, além da quantidade e qualidade da luz refletida, podendo favorecer o desenvolvimento, a produção e qualidade das culturas. O objetivo desse trabalho foi avaliar três cores de plástico no cultivo do minitomate em campo durante o inverno/primavera. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental “Capim Branco” em Uberlândia, MG, no período de 23 Ago. – 29 Nov. de 2017. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, esquema fatorial 2x4, com quatro repetições. O primeiro fator considerou dois híbridos de minitomates, um com hábito de crescimento determinado e o outro indeterminado. O outro fator foram três cores de cobertura plástica (preta, preta/prata e preta/branca) e a testemunha conduzida sem cobertura da superfície do solo. As parcelas foram compostas por 14 plantas conduzidas em fileiras duplas espaçadas de 0,3 x 0,7 x 1,3 m, sendo avaliadas as 10 plantas centrais. As temperaturas do solo sob as coberturas foram registradas em intervalos horários, utilizando-se um coletor automático interligado a um multiplexador, no qual se conectou um cabo termopar de cobre-constantan oriundo de cada parcela, instalados a 5,0 cm de profundidade. Foram avaliados: a temperatura do solo sob as coberturas, o diâmetro médio do caule, a altura das plantas, o tempo médio de florescimento, a produtividade e o teor de sólido solúvel do fruto de minitomate. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Todas as coberturas plásticas aumentaram a temperatura média do solo, mas maiores diferenças ocorreram no início do cultivo. O uso de cobertura plástica aumentou o diâmetro médio do caule, mas não foi verificado efeito da cor. Maior crescimento inicial ocorreu na cor preta/prata, em que os híbridos apresentaram maiores alturas aos 14 dias após o transplantio, mas as diferenças diminuíram próximas ao florescimento. Produtividade total maior foi encontrada com a cor preta. No híbrido indeterminado, a produtividade comercializável também foi maior com a preta, porém, no determinado, todas as colorações a favoreceram, distinguindo-se da testemunha e sem diferirem si. Todas as coberturas plásticas reduziram perdas na produção. Maior número de frutos foram colhidos na cobertura preta e na preta/branca, mas obteve-se menores pesos por fruto na preta/branca. Aumento no teor de sólido solúvel foi verificado com a cobertura preta. Conclui-se que, para o cultivo de inverno/primavera, em Uberlândia, MG, a cobertura plástica preta/prata favorece o crescimento inicial de híbridos de minitomates, contudo, maior desempenho produtivo e teor de sólido solúvel são obtidos com a preta.

Palavras-chave: Colorações plásticas; balanço de energia; crescimento inicial; desempenho produtivo; teor de sólido solúvel.

ABSTRACT

Colored plastics covers upon soil surface (*mulching*) modify the soil and air temperature on the crops microenvironment, besides of the reflected light quantity and quality and may favor the development, yield and quality of harvests. The aim of this work was to evaluate three plastic colors for the cultivation of mini tomatoes in field during the winter/spring season. The experiment was carried out on “Capim Branco” Experimental Farm, in Uberlandia, MG, in the times of Aug. 23 – Nov. 29 of 2017. The experimental design was in randomized blocks, factorial schemes 2x4, with for replications. The first factor was two mini tomatoes hybrids, one of determinate growth habit and other indeterminate. The other factor was three plastic cover colors (black, black/silver and black/white) and the control conducted without soil surface coverage. The plots were composed by 14 plants conducted in double rows, spaced of 0.3x0.7x1.3 m, and the 10 central plants were evaluated. The soil temperatures under coverings were recorded at hourly intervals using an automatic data logger interconnected at a multiplexer, where a copper-constantan thermocouple cable from each plot, installed at 5.0 cm depth, was connected. The soil temperature under coverings, stems mid diameter, plants highs, flowering mid times, yield and soluble solid content of the mini tomatoes fruits were evaluated. The results were laid under to variance analysis by the F test, and if significant, the means were compared by the Tukey test at the 0.05 of significance. All the plastics covers increased the soil mid temperature, but greater differences happened to tillage starting. The use of plastic cover increased the stems mid diameter, but no color effect was detected. Higher initial growth happened to the black/silver color where the hybrids showed greater highs at 14 days after transplanting, but the differences decreased near to crop flowering. Greater total yield was happened with the black color. For the indeterminate hybrid the marketable yield was also higher using black color, however, for the determined all the colors favored it, distinguishing itself from the control, but no itself. All the plastics cover reduced yield losses. Greater fruits number were harvest on the black and the black/white cover, but obtained lower weights per fruit upon the black/white. Increasing solid soluble content was verified with the black cover. It is concluded that for the winter/spring tillage, in Uberlandia, MG, the black/silver plastic cover favor the initial growth of mini tomatoes hybrids, however, greater yield performance and solid soluble content are obtain with the black.

Keywords: plastic coloration; energy balance; initial growth; yield performance; solid soluble content.

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro é uma das hortaliças mais cultivadas, com importante destaque na culinária e consumo *in natura*. No Brasil, a produção de tomate em 2017 aproximou-se de 4400 toneladas, com uma área plantada próxima a 65000 ha e produtividade em torno de 68000 kg ha⁻¹ (IBGE, 2018). Sua composição vem sendo alterada com objetivo de selecionar cultivares com características desejáveis para atender diversas demandas do mercado industrial e consumo *in natura* (SILVA; GIORDANO, 2000). Nesse sentido, o grupo dos minitomates representa uma opção com características desejáveis pelo mercado consumidor, apresentando aspecto, sabor e teores nutricionais elevados (TAKAHASHI; CARDOSO, 2015) o que pode agregar valor à sua produção (GOMES et al., 2014).

Assim, impulsionados pelas exigências do mercado por produtos diferenciados e de alta qualidade, os produtores são estimulados a buscarem novas tecnologias e o aprimoramento das práticas de manejo (ABRAHÃO; VILLAS BÔAS; BULL, 2014). Entretanto, o minitomate é suscetível às variações meteorológicas e fitossanitárias (MACIEL; SILVA, 2014), prevalecendo o cultivo em ambiente protegido (BEZERRA et al., 2018), no qual os custos de produção são elevados (NEGRISOLI et al., 2015; ARAÚJO et al., 2016).

Diferentes tecnologias são utilizadas para modificar as variáveis meteorológicas (ARAÚJO et al., 2016) e auxiliar no manejo e produção. Em condições de campo, o uso de coberturas plásticas sobre a superfície do solo (*mulching*) é uma alternativa de custo relativamente baixo que pode potencializar a produção (LIU et al., 2009; HOU et al., 2010; FRANQUERA, 2011; FAN et al., 2017) e a qualidade de frutos. Além de favorecer o desenvolvimento, a produção e a qualidade das colheitas, as coberturas plásticas podem melhorar a agregação do solo (WANG et al., 2017), diminuir a evaporação (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015; KHAN et al., 2016) e o consumo de água pela cultura (AMAYREH; AL-ABED, 2005; LIMA et al., 2017) e aumentar a absorção de nutrientes (KUMAR; DEY, 2011; LIU et al., 2015), contribuindo para uma maior eficiência produtiva (RAMAKRISHNA et al., 2006; ZHAO et al., 2012; FILIPOVIĆ et al., 2016)

As coberturas plásticas também podem antecipar o florescimento (RAMAKRISHNA et al., 2006; AHMAD et al., 2011) e a produção (SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), além de controlar eficientemente as plantas daninhas

(ANIKWE et al., 2007; ANZALONE et al., 2010; CIRUJEDA et al., 2012), repelir insetos-pragas (MCLEAN et al., 1982; SUWWAN et al., 1988; CSIZINSZKY; SCHUSTER; KRING, 1997; GREER; DOLE, 2003; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004), diminuir incidência precoce de doenças causadas por vírus (SUWWAN et al., 1988; DÍAZ-PÉREZ et al., 2003) e reduzir doenças de solo (KATAN et al., 1976).

Data às propriedades ópticas ímpares de cada cor, as coberturas plásticas coloridas têm sido utilizadas na agricultura, principalmente como agentes modificadores das condições microclimáticas e térmicas do solo (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986). Elas alteram a temperatura do solo (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; TARARA, 2000), além da quantidade (NGOUAJIO; ERNEST, 2005) e qualidade da radiação solar (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989) refletida no dossel da planta (ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004). Assim, podem melhorar o microambiente de luz e potencializar a fotossíntese, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das culturas (DECOTEAU et al., 1988; KASPERBAUER, 1988).

Várias colorações têm sido testadas, cada uma com suas vantagens e desvantagens. Em regiões de climas moderados, a preta pode ser uma opção para estender a estação de cultivo (STEINMETZ et al., 2016) devido à sua alta capacidade de absorver radiação solar e retransmiti-la ao solo como energia térmica ou radiação de onda longa, podendo ainda, interferir na partição fotossintética da planta (KASPERBAUER, 1987; DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989), além de auxiliar no controle de doenças de solo (KATAN et al., 1976).

A branca é uma opção para locais com temperaturas mais elevadas (STEINMETZ et al., 2016), bem como alternativa para melhorar o microambiente de luz e potencializar a fotossíntese, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento da planta (DECOTEAU et al., 1988). A cor prata, além de ser uma alternativa intermediária entre a preta e a branca, também tem sido utilizada como opção para auxiliar no controle de alguns insetos-praga devido ao seu efeito dissuasivo (SUWWAN et al., 1988; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004) e diminuir a incidência precoce de doenças causadas por vírus (DÍAZ-PÉREZ et al., 2003; DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007). Já a vermelha, também é utilizada em algumas culturas promovendo maiores produtividades e qualidade das colheitas (FRANQUERA, 2011; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015).

Muitos trabalhos em diferentes locais relataram a influência que as modificações no microambiente de cultivo proporcionadas pelas coberturas plásticas coloridas têm no desenvolvimento e fisiologia do tomateiro e de outras culturas. Csizinszky, Schuster e Kring (1995) para as condições de outono e primavera do Estado da Florida, Estados Unidos, verificaram maior desenvolvimento inicial do tomateiro com as colorações que refletiram maior quantidade de luz. Por outro lado, para as condições da primavera em Tifton, Estados Unidos, Díaz-Pérez et al. (2003) observaram maior desenvolvimento com a cor prata e a menor com a branca, enquanto que, para as condições do outono, Díaz-Pérez, Gitaitis e Mandal (2007) não obtiveram desenvolvimentos diferentes entre essas duas cores. Em Baraúna, RN, Lucena et al. (2013) também não encontraram diferenças no crescimento e na quantidade de matéria seca da parte aérea durante a primavera/verão, mas maior produtividade foi obtida sobre a cor branca quando comparada à cinza e à preta. Já para o inverno/primavera em Ilha Solteira, SP, Bogiani et al. (2008), aos 45 DAT, obtiveram maiores alturas utilizando a cor preta em relação ao sem cobertura, com a branca apresentando resultados intermediários.

Em ambiente controlado Decoteau et al. (1986) verificaram maior produção de biomassa no tomateiro aos 22 dias após o transplântio (DAT) utilizando as cores branca e preta em comparação à prata e à vermelha, mas internódios mais longos sobre a vermelha e a preta. Entretanto, 50 DAT obtiveram menor número de flores na branca e frutos maiores sobre a preta. Como conclusão, sugeriram que a maior proporção entre vermelho-distante/vermelho refletida pelas cores vermelha e preta foi responsável por maiores internódios, enquanto que a produção de biomassa, flores e frutos foi afetada pelo microambiente de luz e temperatura na zona radicular. Também em ambiente controlado, Decoteau et al. (1988), avaliando as cores branca e preta, verificaram alterações na morfologia do tomateiro induzidas pela cor da cobertura plástica, com as plantas apresentando mesma quantidade de matéria seca da parte aérea, mas maiores alturas e menores índices de área foliar nas ramificações com a preta.

Para a cultura do pimentão durante a primavera/verão no Estado da Carolina do Sul, Estados Unidos, Decoteau, Kasperbauer e Hunt (1990) obtiveram maiores alturas com a preta e a vermelha e a menor com a branca e a prata, sem notar diferenças dentro desses dois grupos. Porém, no outono, em Tifton, Estados Unidos, Díaz-Pérez (2010) obteve maior produtividade com a prata e menor com a preta. Enquanto Ahmad et al. (2011), Faisalabad, Paquistão, não encontraram diferenças no desenvolvimento utilizando a cor preta e a transparente.

Testando diferentes colorações na cultura da alface, nas Filipinas, Franquera (2011) verificou melhor desempenho produtivo com a cor vermelha. Zhang et al. (2017), em Wuwei, China, com a cultura da batata, obtiveram maiores alturas com o preto, seguido do transparente e sem cobertura. Yuri et al. (2012), com o morangueiro cultivado no inverno em Três Corações, MG, obtiveram maiores rendimentos com a cobertura preta e a preta/prata quando comparadas à branca. Enquanto Dantas et al. (2013), com a cultura da melancia para as condições da primavera em Baraúna, RN, ao avaliar as cores preta, prata e branca, obtiveram maiores produtividades em relação à testemunha, mas não encontraram diferenças entre as cores. No cultivo do brócolis durante o outono e a primavera em Tifton, Estados Unidos, Díaz-Pérez (2009) também não encontrou diferenças no desenvolvimento vegetativo sob os plásticos branco, prata e preto.

Além de diferir entres os locais, Ban et al. (2009), na Croácia, também encontraram diferentes produtividades com a cultura da melancia entre anos distintos conduzida na primavera/verão. Eles avaliaram os plásticos transparente, preto, marrom, verde e branco durante três anos. Enquanto no primeiro ano, em um dos locais, maior produtividade foi obtida com o preto, no segundo e no terceiro, esta foi obtida com o transparente, de modo que o preto apresentou o menor resultado no terceiro ano. Conforme resultados divulgados, no primeiro ano, a temperatura média do solo (5,0 cm de profundidade) durante o experimento foram 31,7, 32,6, 33,8 e 32,2°C nas cores preta, marrom, transparente e verde, respectivamente. Embora os autores não tenham encontrado correlações entre a temperatura do solo e o rendimento, nos dois anos seguintes, quando a temperatura do solo sob as coberturas plásticas diminuiu, maior produtividade foi obtida no plástico que apresentou o maior valor (cerca de 30°C).

Para o teor de sólido solúvel (*TSS*) Casiera-Posada, Fonseca e Vaughan (2011), com o morangueiro cultivado no outono/inverno em Tuta, Colômbia, obtiveram maior valor com a cor preta, em comparação à vermelha, verde, prata, azul e amarela. Contudo, Kasperbauer, Loughrin e Wang (2001) obtiveram maior teor de açúcar nos frutos de morangos colhidos sobre o plástico vermelho em comparação à preta, quando seu desenvolvimento ocorreu com predomínio de dias ensolarados, mas quando predominaram dias nublados eles não encontraram diferenças no teor de açúcar. Eles sugeriram que o aumento no teor de açúcares pode estar relacionado à maior taxa vermelho-distante/vermelho refletida pela cobertura plástica vermelha. Enquanto que Campagnol et al. (2014), trabalhando com o híbrido de tomateiro San Vito na

primavera, em Piracicaba-SP, obtiveram redução de 6% no TSS utilizando a cobertura plástica preta em relação ao solo sem cobertura e condicionaram-na ao aumento no teor de umidade na camada superficial do solo.

Nesse sentido, o uso de coberturas plásticas coloridas sobre a superfície do solo pode favorecer o desempenho das culturas, mas a escolha da coloração mais adequada pode depender do local ou época de cultivo e espécie ou variedade cultivada. O objetivo desse experimento foi avaliar o crescimento, a produtividade e o teor de sólido solúvel de minitomates cultivados em campo durante o inverno/primavera em Uberlândia, MG, sobre coberturas plásticas coloridas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Capim Branco (Figura 3.1) ($18^{\circ}52'52''S$, $48^{\circ}20'32''O$, 807m), pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. A semeadura foi feita no dia 26/07/2017 em bandejas de isopor de 200 células conduzidas em ambiente protegido. Após vinte e cinco dias à semeadura (23/08/2017), transplantaram-se as mudas no campo.

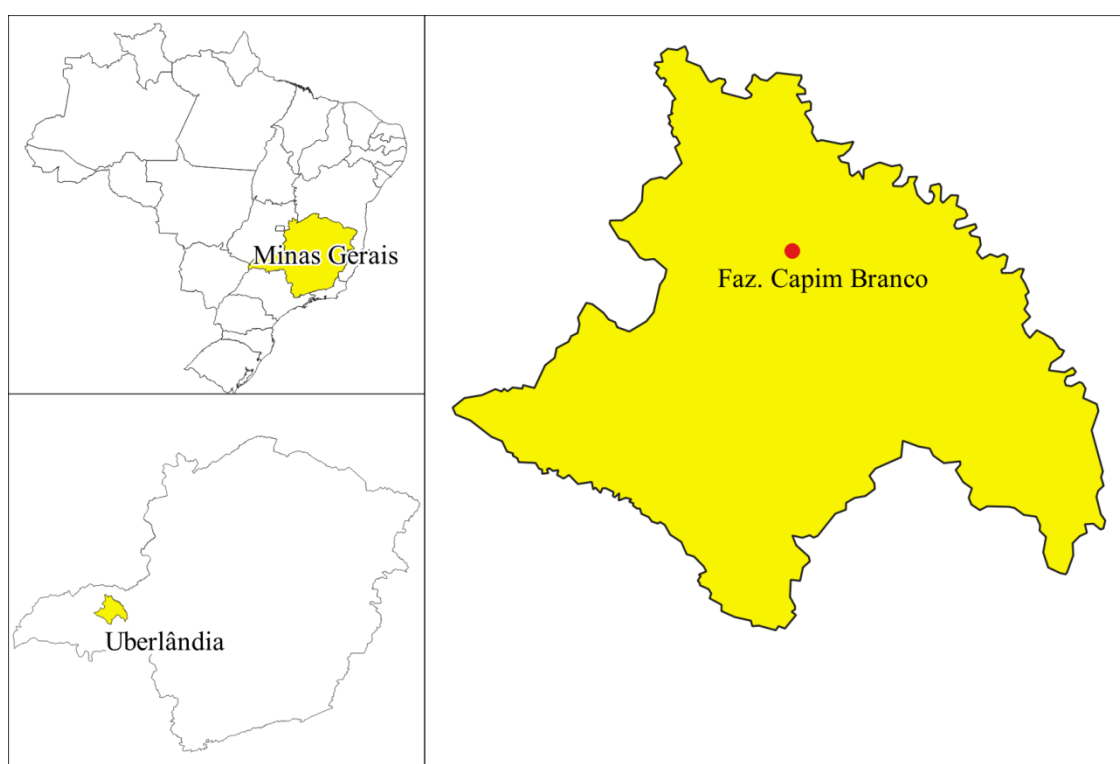


Figura 3.1 Localização da fazenda Capim Branco.

Foram utilizados dois híbridos de minitomates: o Abirú e o Bubble Candy. O híbrido Abirú possui hábito de crescimento determinado, ciclo precoce, tolerância às raças 1 e 2 de *Fusarium*, sem restrições quanto à época de cultivo, condução em meia estaca, dispensa desbrota e apresenta frutos com peso médio entre 22 e 26 gramas (BLUESEEDS, 2017). O híbrido Bubble Candy possui hábito de crescimento indeterminado, ciclo entre 100 e 110 dias, tolerância às raças 1 e 2 de *Fusarium*, clima ideal de cultivo quente e apresenta frutos com peso médio de 15 gramas e de ótimo sabor (8,5 a 10,0° brix) (AGRANDA SEMENTES, 2017).

O clima do município de Uberlândia, MG, caracteriza-se por inverno seco e verão chuvoso. Conforme classificação macroclimática do Brasil, a cidade de Uberlândia localiza-se na região de clima subquente com médias térmicas variando entre 19 e 27°C e pluviosidade média próxima a 1500 mm/ano. Temperaturas mais elevadas ocorrem no verão, e as menores, no inverno (SILVA; ASSUNÇÃO, 2004). A Tabela 3.1 apresenta as médias das variáveis climáticas medidas no período de 1981 a 2003 para a época em que o experimento foi feito.

TABELA 3.1 Variáveis climáticas medidas no inverno/primavera (média de 14 anos).

Mês	Temperatura (°C)			Pluviosidade		Umidade relativa (%)
	Média	Mínima	Máxima	Quantidade (mm)	Dias com chuva	
Agosto	21,1	15,3	29,0	15,5	2	58
Setembro	22,8	17,3	30,1	52,6	7	61
Outubro	23,9	18,9	30,7	110,4	10	66
Novembro	23,6	19,3	29,8	203,0	15	73

Fonte: Adaptado de Silva e Assunção (2004).

2.2 Delineamento experimental

O transplântio das mudas foi feito em seis canteiros, cada um com aproximadamente 16,80m de comprimento por 1,20m de largura e 0,20m de altura, sendo os dois canteiros extremos do experimento considerados como *bordadura*. O espaçamento entre os canteiros foi de 0,80m, resultando em uma área experimental de aproximadamente 201,60m². A disposição das plantas foi em fileiras duplas espaçadas de 1,30m entre canteiros distintos por 0,70m dentro do canteiro. Entre plantas na fileira, o espaçamento foi 0,30m, resultando em uma população de aproximadamente 33330 plantas por hectare (Figura 3.2).

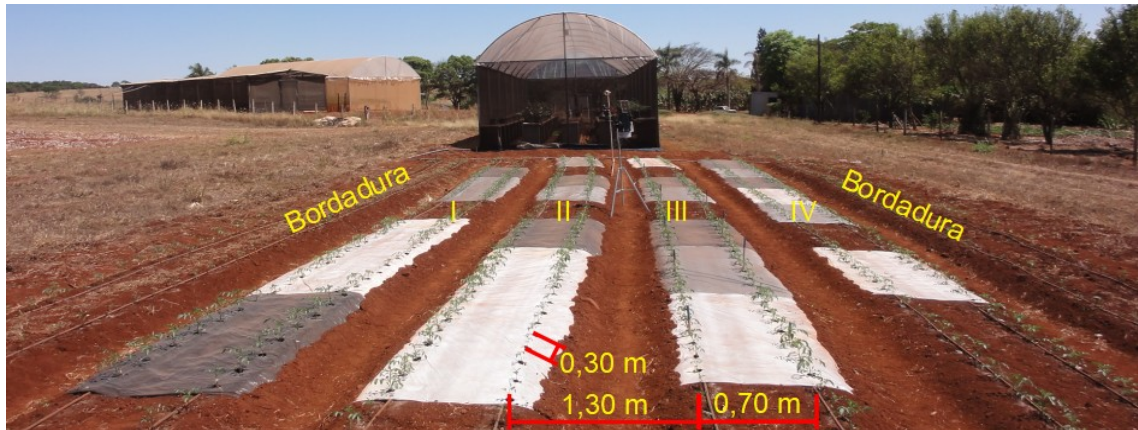


FIGURA 3.2 Detalhes da área experimental mostrando o espaçamento duplo entre linhas de cultivo e entre plantas dentro de cada linha (1,30 x 0,70 x 0,30 m), composto por quatro repetições: bloco I, bloco II, bloco III e bloco IV.

Inicialmente, o experimento foi composto por 672 plantas (112 plantas por canteiro). Cada parcela foi composta por 14 plantas, sendo avaliadas as dez centrais (Figura 3.3).



FIGURA 3.3 Área útil da parcela (10 plantas centrais de cada parcela)

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, esquema fatorial 4x2 e quatro repetições, totalizando oito tratamentos e 32 parcelas, respectivamente (Figura 3.4). Os tratamentos foram quatro tipos de cobertura do solo e dois híbridos de minitomates, um com hábito de crescimento determinado e o outro, indeterminado. As

coberturas foram três colorações plásticas, compostas por polietileno de baixa densidade de cor preta (marca Nortene, 20 μm), polietileno multicamada embossado na coloração preta/prata (marca Mulch More®, 22 μm) e polietileno de baixa densidade com aditivo biodegradável de cor preta/branca (marca Negreira, 25 μm) e a testemunha (sem cobertura). Para as coberturas de polietileno de dupla face preta/branca e preta/prata, a superfície refletora da radiação solar (voltada para cima) foi a branca e a prata, respectivamente.



FIGURA 3.4 Detalhes do delineamento experimental: B, bordadura; I, bloco 1; II, bloco 2; III, bloco 3; IV, bloco 4; D = genótipo de crescimento determinado; S = genótipo de crescimento indeterminado.

A cobertura plástica preta foi fabricada pela empresa Nortene em polietileno de baixa densidade 100% aditivado, (NORTENE, 2018). A preta/prata foi fabricada pela empresa Ginegar Polysack Brasil, utilizando os métodos multicamada de filme soprado de co-extrusão e extrusão cast (embossada), apresentando menos de 0,5% de transmissão e acima de 20% de reflexão de luz fotossinteticamente ativa (GINEGAR POLYSACK, 2018). A preta/branca foi fabricada pela empresa Negreira, na versão biodegradável feita em resina pró-degradante a base de ácido graxo, terras raras e lubrificantes que inicia sua degradação (oxidação, degradação e biodegradação) por

ação de intempéries (luz ultravioleta, calor e umidade), minimizando impactos ambientais (NEGREIRA, 2018).

2.3 Retorno econômico

Embora as coberturas plásticas possam reduzir gastos operacionais durante o cultivo, como minimizar mão de obra com aplicação de herbicidas ou capinas, por exemplo, a estimativa do retorno econômico foi feita considerando apenas o custo de aquisição de cada cobertura plástica. Esse retorno foi estimado conforme a Equação 1.

$$RE = (P_S - C_{COB})PC_{COB} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

RE – Retorno econômico, R\$ m⁻²;

P_S – Preço simulado, R\$ kg⁻¹;

C_{COB} – Custo de aquisição da cobertura, R\$ m⁻²;

PC_{COB} – Produção de frutos comercializáveis em cada cobertura, kg m⁻².

Para cada cobertura, fez-se uma regressão linear entre o retorno econômico e a simulação de preço do minitomate. O preço mínimo do minitomate para superar os gastos com cada coloração plástica foi estimado comparando-se a equação de regressão da testemunha com a da coloração testada.

2.4 Manejo do solo: correção da acidez e adubações

A adubação de plantio foi distribuída no sulco onde as mudas foram transplantadas a aproximadamente 10 cm de profundidade na dose de 1800 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16 e 4 litros por metro linear de esterco de curral curtido, seguindo recomendações para cultivo do tomateiro orientadas pela análise de solo (Tabela 3.2). Essa operação foi feita 20 dias antes do transplante das mudas.

TABELA 3.2 Resumo da análise química e física do solo antes do plantio de inverno/primavera.

Análise química				Análise física	
mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		%	
Enxofre	22,50	Cálcio	2,97	Argila	44,53
Fósforo	17,63	Magnésio	1,05	Silte	14,27
Boro	0,02	Potássio	0,59	Areia fina	23,00
Cobre	6,45	Soma de bases	4,61	Areia grossa	18,20
Ferro	10,50	CTC efetiva	4,61		
Manganês	5,27	CTC total	7,96		
Zinco	0,65	Saturação de bases	58%		

As adubações de cobertura foram realizadas manualmente, parceladas de acordo com o desenvolvimento da cultura, observando recomendações feitas por Alvarenga (2004) para o cultivo de tomate em campo aberto no sistema tradicional, conforme mostra Tabela 3.3. As doses foram subdivididas em aplicações semanais.

TABELA 3.3 Parcelamento e doses das adubações de cobertura realizadas no cultivo de minitomate.

Época	Fórmula	Total	Total	Total N	Total P ₂ O ₅	Total K ₂ O
		g cova ⁻¹		kg ha ⁻¹		
14 DAT	08-28-16	12	240	19,20	67,20	38,40
21 DAT	20-05-20	5	100	20,00	5,00	20,00
28 DAT	20-05-20	6	120	24,00	6,00	24,00
35 DAT	20-05-20	6	120	24,00	6,00	24,00
42 DAT	20-05-20	7	140	28,00	7,00	28,00
49 DAT	20-05-20	7	140	28,00	7,00	28,00
56 DAT	20-05-20	7	140	28,00	7,00	28,00
63 DAT	15-04-30	8	160	30,00	7,50	48,00
70 DAT	15-04-30	8	160	30,00	7,50	48,00
77 DAT	15-04-30	8	160	30,00	7,50	48,00
Total das coberturas				261,20	127,70	334,40

Nota:

*DAT: dias após o transplante das mudas.

Fonte: Adaptado de Alvarenga, 2004.

2.5 Manejo da cultura: pragas, doenças e plantas daninhas

A cultura foi conduzida na ausência de tutoramento, podas e desbrotas, deixando as plantas crescerem livremente. Esse procedimento reduz significativamente a mão de obra, além de minimizar riscos de transmissões de doenças entre plantas. As plantas daninhas foram controladas com capinas de acordo com a necessidade, e o controle de pragas e doenças foi feito com produtos recomendados para cultura do tomateiro através de pulverizações preventivas ou curativas, rotacionando produtos com princípios ativos distintos.

2.6 Irrigação: sistema e manejo

O sistema de irrigação foi composto por tubos gotejadores, conjunto de automação, reservatório de água e conjunto motobomba e filtragem (Figura 3.5). Os tubos gotejados utilizados foram da marca Rain Bird, modelo XFS-04-12, com pressão operacional recomendável entre 5,9 e 41,4 mca, vazão média em torno de $1,6 \text{ L h}^{-1}$, diâmetro externo, interno e espessura da parede de 16,10, 13,61 e 1,13mm, respectivamente, com emissores espaçados entre si de 30,48cm e tecnologia Escudo de Cobre que protege contra intrusão de raízes. Instalou-se uma linha de irrigação por fileira de plantas. A vazão média calculada por emissor foi de $1,80 \text{ L h}^{-1}$, pressão operacional de aproximadamente 25 mca e uniformidade de distribuição de 93% avaliada imediatamente antes do início do experimento, conforme metodologia proposta por Keller modificada por Bernardo (BERNARDO, 1995).



FIGURA 3.5 Principais equipamentos de irrigação utilizados: a) tubos gotejadores distribuídos na área de cultivo; b) conjunto de automação; c) reservatório de água, e; d) conjunto motobomba e filtragem.

O manejo da irrigação foi feito a partir da estimativa da evapotranspiração da cultura adotando-se turno de rega de dois dias. Quando havia precipitação pluvial mínima suficiente para suprir a evapotranspiração da cultura no período, a irrigação era suspensa. A evapotranspiração da cultura foi determinada conforme Equação 2, considerando o coeficiente de cultivo (K_c) de cada estágio fenológico e a evapotranspiração de referência (ET_o), obtida pelo método padrão Penman-Monteith FAO 56 (ALLEN et al., 1998).

$$ET_c = K_c ET_o \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

ET_c – Evapotranspiração da cultura, em mm dia^{-1} ;

K_c – Coeficiente de cultivo, adimensional;

ET_o – Evapotranspiração de referência, em mm dia^{-1} .

Os valores médios de K_c para as fases de estabelecimento, desenvolvimento, florescimento-frutificação e maturação do tomateiro foram 0,37, 0,55, 0,65 e 0,45, respectivamente. Eles foram obtidos conforme metodologia proposta pela FAO 56

(ALLEN et al., 1998), estimando-os a partir dos valores tabelados para a cultura do tomateiro ($Kc_{inicial}$, $Kc_{médio}$ e Kc_{final} de 0,6, 1,15 e 0,8, respectivamente). Para facilitar a correção do $Kc_{inicial}$, adotou-se a Equação 3, conforme apresentaram Albuquerque et al. (2001).

$$Kc_{inicial} = 1,41704 - 0,092412ET_o - 0,11001IE + 0,0042672ET_o^2 + 0,0033743IE^2 + 0,00028724ET_oIE \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

IE – Intervalo entre eventos de umedecimento do solo, em dias.

O tempo de irrigação (em horas) foi calculado conforme evapotranspiração média da cultura no período (Equação 4).

$$T = \frac{ETc}{IEa} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

T – Tempo de funcionamento da irrigação, em horas;

ETc – Evapotranspiração da cultura a cada 2 dias, em mm;

I – Intensidade de aplicação de água pelo sistema, em mm hora⁻¹;

Ea – Eficiência de aplicação (0,9), adimensional.

A intensidade de aplicação de água pelo sistema de irrigação foi determinada pela Equação 5.

$$I = \frac{V}{A} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

A – Área molhada por emissor, 0,18 m²;

V – Vazão de cada emissor, em L hora⁻¹;

Os dados meteorológicos necessários para determinar a ET_o foram obtidos de uma estação meteorológica automática (marca Davis, modelo Vantage PRO 2) acoplada

com sensores para registrar a temperatura e umidade relativa do ar, a irradiância solar e velocidade e direção do vento (Figura 3.6). Ela foi colocada no centro da área experimental e programada para armazenar os dados médios a cada 10 minutos. Os dados coletados pelos sensores foram baixados e convertidos para valores diários com auxílio de planilhas eletrônicas.

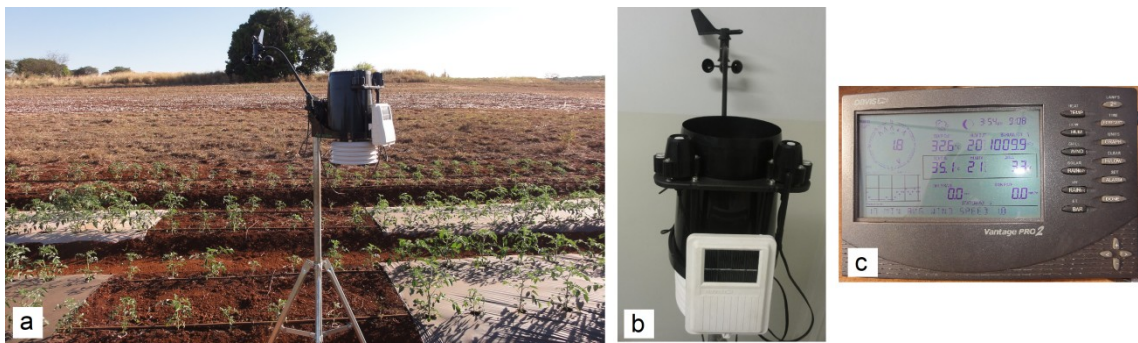


FIGURA 3.6 Estação meteorológica automática utilizada para monitorar o tempo: a) estação no interior do experimento; b) sensores de medição das variáveis meteorológicas, e; c) receptor dos dados medidos pelos sensores.

2.7 Monitoramento da temperatura do solo

Após o transplante, a temperatura do solo de cada parcela foi registrada a cada hora durante todo o experimento. A medição foi feita com auxílio de termopares, do tipo cobre-constantan, posicionados a uma profundidade de 5,0 cm. O registro e armazenamento dos dados foram feitos por meio de um coletor automático (marca Campbell, modelo CR10X), conectado a um multiplexador com saída para 32 pares de canais diferenciais (marca Campbell, modelo AM16/32). A cada par diferencial do multiplexador, conectou-se um cabo termopar de cobre-constantan, oriundo das parcelas individuais (Figura 3.7).

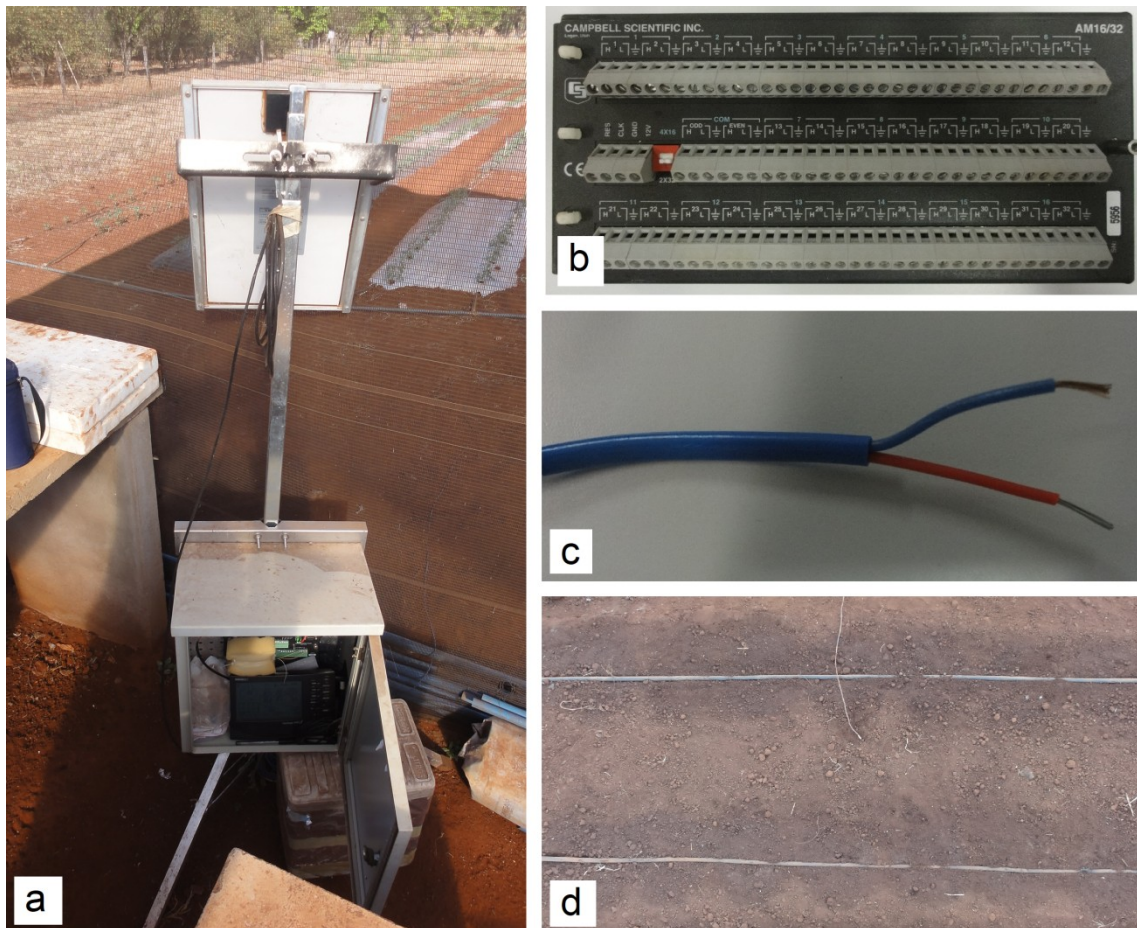


FIGURA 3.7 Equipamentos utilizados para medir a temperatura do solo: a) coletor automático; b) multiplexador; c) cabo termopar de cobre-constantan, e; d) cabo termopar instalado na parcela.

Além do monitoramento automático da temperatura do solo, fizeram-se também medições a 15 cm de profundidade em cada parcela, aos 21 dias após o transplante do minitomate em campo. Essas medições foram feitas em torno das 7, 10, 13, 16 e 19h ao longo dos dias com o auxílio de um termômetro de punção, tipo espeto (marca Thermomax, modelo T50300M).

2.8 Radiação solar refletida na faixa fotossintética ativa

A quantidade de radiação solar incidente na faixa fotossintética foi medida com a utilização de um saldo radiômetro portátil. Para medir a refletida, colocou-se o sensor voltado para a cobertura plástica, posicionado a 15 cm de altura. A transmitida foi medida posicionando o sensor imediatamente abaixo da cobertura plástica.

A fração refletida e a transmitida pela cobertura plástica foram determinadas a partir da razão entre a radiação solar refletida e transmitida pela cobertura plástica e a total incidente na faixa fotossintética ativa, conforme as Equações 6 e 7, respectivamente.

$$\sigma = \frac{PAR_R}{PAR_I} \quad (\text{Equação 6})$$

$$\tau = \frac{PAR_T}{PAR_I} \quad (\text{Equação 7})$$

Em que:

σ – Fração refletida, adimensional;

τ – Fração transmitida, adimensional;

PAR_R – Quantidade refletida, $w\ m^{-2}$;

PAR_I – Total incidente, $w\ m^{-2}$.

A fração absorvida pela cobertura plástica foi obtida pela subtração da quantidade refletida e transmitida do total incidente na faixa fotossintética, conforme Equação 8.

$$\alpha = 1 - \sigma - \tau \quad (\text{Equação 8})$$

Em que:

α – Fração absorvida, adimensional;

σ – Fração refletida, adimensional;

τ – Fração transmitida, adimensional.

2.9 Monitoramento da tensão de água no solo

Instalou-se 16 tensiômetros de punção, oito a 20 cm de profundidade e oito a 50 cm, respectivamente. Eles foram colocados na linha de cultivo a 15cm de cada ponto gotejador adjacente (Figura 3.8). As medições foram diárias com o auxílio de um tensímetro digital de agulha (marca SONDATERRA).

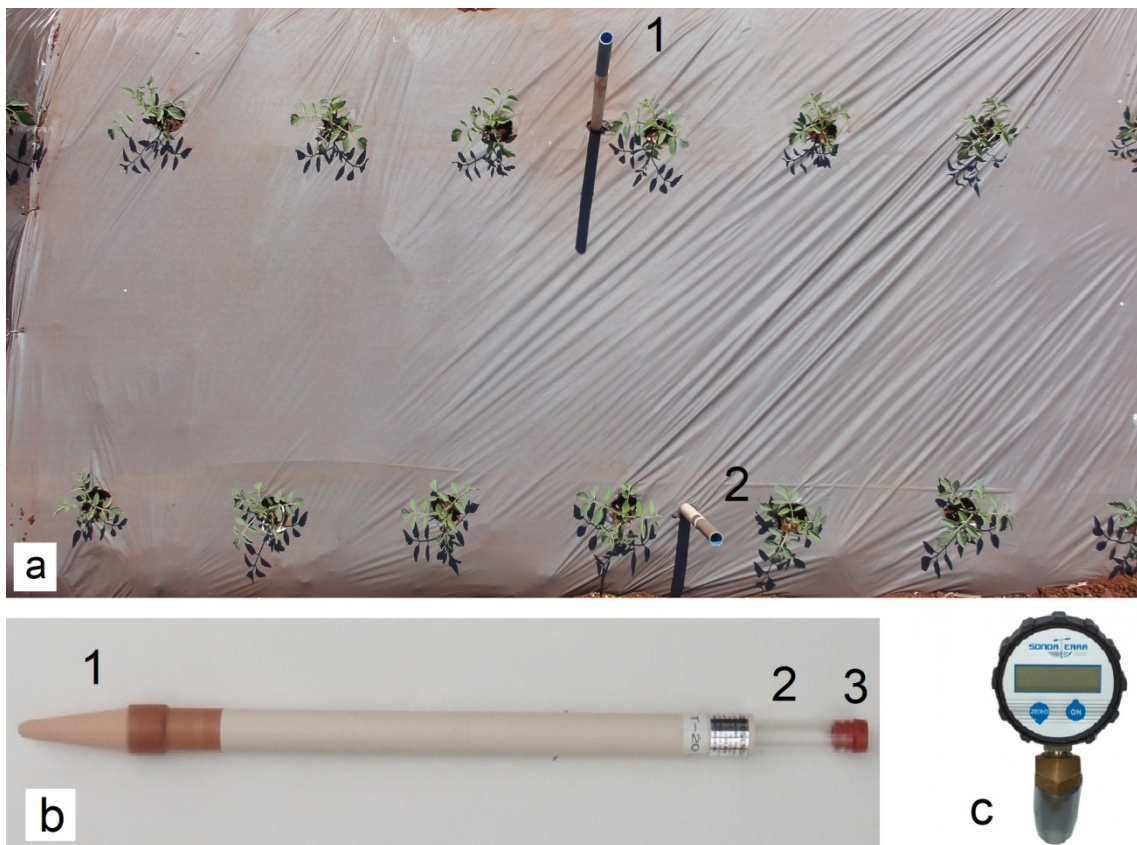


FIGURA 3.8 Equipamentos utilizados para o monitor a tensão de água no solo: a) tensiômetros instalados, 1 – 20 cm de profundidade e 2 – 40 cm de profundidade; b) detalhes do tensiômetro, 1 – cápsula porosa; 2 – corpo transparente, e 3 – rolha de silicone, e; c) tensímetro digital.

2.10 Avaliações dos híbridos de minitomates

Para detectar os efeitos das coberturas plásticas coloridas sobre os híbridos de minitomates, avaliaram-se parâmetros de crescimento, fatores de produção e qualidade dos frutos. O monitoramento do crescimento dos híbridos foi realizado por meio de medições periódicas da altura da planta, com o auxílio de uma trena de aço graduada em milímetro, e do diâmetro do caule na altura de inserção da primeira folha com auxílio de um paquímetro digital com leitura em milímetros e precisão de duas casas decimais. Eles foram medidos em intervalos semanais até o florescimento médio da cultura, exceto a primeira avaliação que ocorreu 10 dias após o transplante das mudas.

Para os fatores de produção, utilizou-se uma balança eletrônica digital graduada em quilograma, com precisão de três casas decimais, bem como a contagem direta de frutos, conforme o fator. A produtividade total foi obtida através da soma dos pesos dos

frutos comercializáveis e dos não comercializáveis colhidos separadamente. Como produtividade comercializável, considerou-se o peso total de frutos da parcela com ausência visual de ataques de pragas e doenças, bem como anomalias fisiológicas. Determinou-se o percentual de frutos comercializáveis pela razão entre a produtividade comercializável e a total. O número de frutos comercializáveis por planta foi determinado pela contagem direta de frutos colhidos na parcela dividida pela quantidade de plantas úteis da mesma. O peso médio de cada fruto comercializável foi obtido pela razão entre o peso e o número de frutos colhidos na parcela. Além disso, foi determinado o tempo médio de florescimento da cultura, contabilizando-se como referência 50% das plantas da parcela útil com pelo menos uma flor aberta, calculado em dias após o transplante.

2.11 Teor de sólido solúvel

O teor de sólido solúvel (*TSS*), expresso em °Brix foi determinado com auxílio de um refratômetro portátil com compensação automática de temperatura. Na primeira colheita, selecionaram-se cinco frutos de cada parcela com grau de maturação uniformes. Extraiu-se o suco da polpa e fez-se a leitura do *TSS* no equipamento.

2.12 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade das variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente, com auxílio do programa estatístico SPSS 17.0 (SPSS 2008). Após essas verificações, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha = 0,05$). Quando significativas, as médias dos dados de temperatura do solo, altura de plantas, diâmetro do caule, florescimento médio, produtividade e teor de sólido solúvel foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Condições meteorológicas

A Figura 3.9 apresenta as condições meteorológicas durante a execução do experimento. O total de precipitação pluvial foi de 504 mm distribuída conforme segue: na fase de crescimento dos híbridos de minitomates (Fase I – 0 a 25 DAT), não houve precipitação; na de florescimento/frutificação (Fase II – 25 a 60 DAT), a precipitação foi de 63,3 mm distribuída em cinco dias consecutivos (37 a 41 DAT), ou seja, em menos de 15% do total de dias desta fase, e; na maturação, foi de 440,7 mm, ocorrendo em mais de 65% do total de dias. Assim, para evitar déficit hídrico, a demanda da cultura nas fases I e II foi suprida por meio da irrigação aplicada via gotejamento. Na fase III, a precipitação pluvial superou em mais de sete vezes a evapotranspiração da cultura e a irrigação não foi acionada.

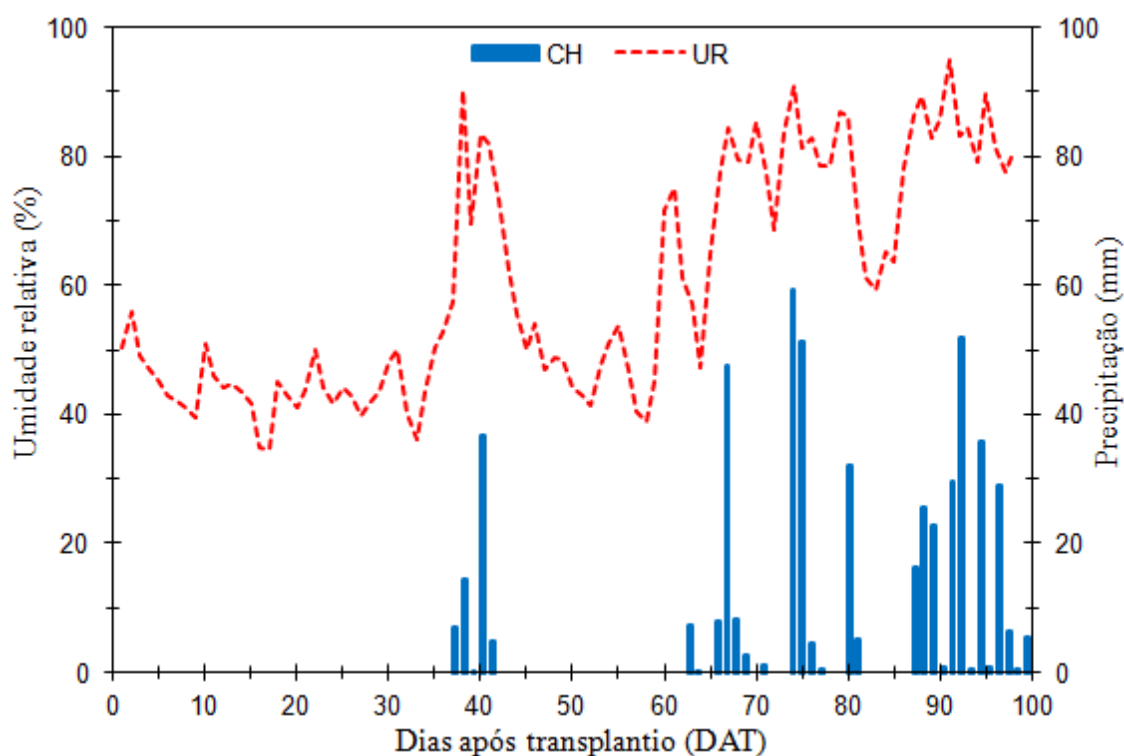


FIGURA 3.9 Média diária da umidade relativa (*UR*) e precipitação pluvial durante a condução do experimento (inverno/primavera de 2017).

A temperatura média do ar (*Tmed*) ao longo do experimento apresentou valor próximo a 25°C variando entre 21,0°C e 29,8°C. Considerando cada uma das três fases

principais do minitomate, a T_{med} diária variou de 21,8°C a 26,7°C, 19,0°C a 29,8°C e 21,1°C a 28,5°C para as fases I, II e III, respectivamente. As médias da temperatura máxima ($T_{máx}$) foram 34,4, 34,5 e 32,8°C para as fases I, II e III, respectivamente. E as médias da temperatura mínima ($T_{mín}$) foram 15,4, 18,6 e 19,3°C para as respectivas fases.

Em relação à umidade relativa média, esta acompanhou o regime pluviométrico. Nesse sentido, ela aumentou com o transcorrer do experimento apresentando valores de 44%, 52% e 77% para as fases I, II e III, respectivamente. Em linhas gerais, houve um aumento de 33% da primeira para a última fase.

O total de radiação solar (RS) durante o experimento foi de 1876 MJ m⁻². Na fase I, todos os dias mostraram valores acima de 20 MJ m⁻² (25 dias), sendo a média diária próxima a 22 MJ m⁻² (Figura 3.10). Nas fases II e III, foram 23 e 10 dias acima desse valor, enquanto a quantidade de dias com valores abaixo de 10 MJ m⁻² foram quatro, respectivamente.

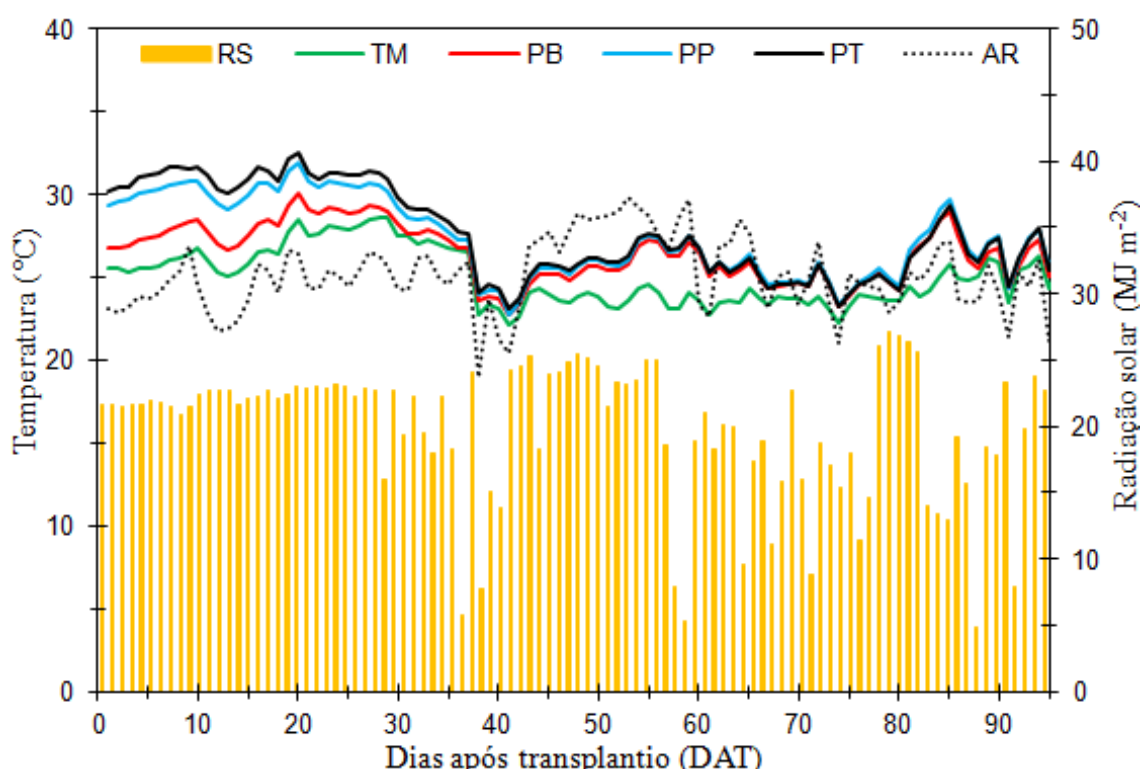


FIGURA 3.10 Valores diários da radiação solar (RS), temperatura média do solo medida a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas (TM , testemunha; PB , preta/branca; PP , preta/prata; PT , preta) e do ar (AR) medida a 2 m de altura durante a condução do experimento (inverno/primavera de 2017).

Parte da *RS* é emitida na região fotossinteticamente ativa das plantas, sendo que as colorações plásticas refletem quantidades distintas da mesma, conforme dispõe a Tabela 3.3. Maior quantidade refletida na região fotossintética (PAR_R) foi medida sobre a preta/branca, e a menor na preta. Como todas as colorações plásticas bloquearam 100% da radiação solar incidente na região fotossintética (PAR_I), valores opostos foram absorvidos pelas coberturas nesta faixa (PAR_A), ou seja, maior absorção ocorreu na preta e a menor na branca. Esse incremento refletido por cada coloração pode potencializar a fotossíntese e favorecer o desenvolvimento da planta. Por outro lado, a energia absorvida e convertida na forma de calor também influencia a cultura.

Tabela 3.3 Radiação solar incidente (PAR_I), refletida (PAR_R), transmitida (PAR_T) e absorvida na região fotossinteticamente ativa sobre as coberturas plásticas, bem como os respectivos percentuais refletidos (σ), transmitidos (τ) e absorvidos (α).

Cobertura	PAR				σ	τ	α
	PAR_I	PAR_R	PAR_T	PAR_A			
	$W\ m^{-2}$					%	
Preta	1081,25	52,75	0,00	1028,50	4,88	0,00	95,12
Preta/prata	1063,75	134,25	0,00	929,50	12,62	0,00	87,38
Preta/branca	1097,50	371,25	0,00	726,25	33,83	0,00	66,17

3.2 Impacto das colorações plásticas na temperatura do solo

No solo, as medições mostraram que todas as cores testadas aumentaram a temperatura quando comparadas com o solo sem cobertura. Assim, o valor médio das temperaturas média (T_s *méd*), máxima (T_s *máx*) e mínima (T_s *mín*) registradas a 5,0 cm de profundidade sob cada cobertura seguiu a ordem preta > preta/prata > preta/branca > testemunha, aumentando conforme as propriedades ópticas de cada coloração. Dessa maneira, conforme Bonachela et al. (2012), para locais com regimes subótimas de temperatura do ar e do solo, essa técnica pode ser benéfica à produção vegetal.

Porém, conforme mostra a Tabela 3.4, as temperaturas registradas sob as coberturas foram maiores na primeira fase, bem como as diferenças entre elas, enquanto as menores foram registradas na última fase. Comparadas à testemunha, na fase I a T_s *méd* foi 4,7°C, 3,9°C e 1,6°C mais elevadas sob a preta, preta/prata e preta/branca, respectivamente. Entre as coberturas plásticas, maior diferença foi registrada entre a preta e a preta/branca e menor entre a preta e a preta/prata com valores de 3,1°C e 0,8°C maiores sobre a preta, respectivamente. Na fase II, as diferenças das colorações plásticas para a testemunha caíram para 2,2°C, 1,9°C e 1,4°C, e na III, para 1,7°C,

1,6°C e 1,4°C, respectivamente. Na segunda e terceira fase não foram notadas diferenças entre as cores preta e preta/prata, mas em relação à testemunha e à preta/branca foram 2,1°C e 0,7°C maiores na fase II e 1,7°C e 0,3°C na III, respectivamente. Assim, os efeitos das colorações plásticas sob a T_s méd foram mais pronunciados no início do cultivo, consequência, principalmente do aumento do sombreamento ocasionado pelo desenvolvimento da cultura, diminuindo a incidência direta de radiação solar sobre as coberturas ao longo do experimento.

TABELA 3.4 Temperatura média do solo medida a 5,0 cm de profundidades durante o ciclo de desenvolvimento da cultura do minitomate no inverno/primavera de 2017

Cobertura	Temperatura média do solo (°C)			
	Fase I	Fase II	Fase III	Ciclo
Testemunha	26,4 a	24,9 a	24,2 a	25,0 a
Preta/branca	28,0 b	26,3 b	25,6 b	26,5 b
Preta/prata	30,3 c	26,8 c	25,8 bc	27,4 c
Preta	31,1 d	27,1 c	25,9 c	27,7 c
CV (%):	1,24	1,20	0,98	0,85

Notas:

* CV, Coeficiente de variação.

** Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Com relação às temperaturas máximas do solo (T_s máx), efeitos das colorações sobre o ganho diário de energia térmica (Figura 3.11) foram maiores na fase I da cultura. Nesta fase, houve um aumento de 4,8°C, 3,6°C e 0,3°C na T_s máx sob as colorações preta, preta/prata e preta/branca quando comparadas à testemunha, respectivamente. Da mesma forma que a T_s méd, com o desenvolvimento da cultura, menores diferenças foram registradas. Na fase II maior diferença ocorreu entre a preta e a testemunha, mas esta não superou 1,2°C. Enquanto na fase III, esta foi verificada entre a preta/prata e a testemunha, não ultrapassando 2,2°C. Assim, ocorreu maior ganho de energia por onda curta (radiação solar) sobre as coberturas plásticas na primeira fase do cultivo. Consequentemente, os efeitos das propriedades ópticas das colorações foram mais pronunciados nos estádios iniciais do tomateiro, reduzindo-se gradativamente com o seu desenvolvimento devido ao aumento da área sombreada. Moreno e Moreno (2008) atribuíram essa redução ao aumento do sombreamento proporcionado pelo crescimento da cultura. Nessa condição, menor quantidade de radiação atinge a superfície, diminuindo assim a quantidade de energia convertida em calor.

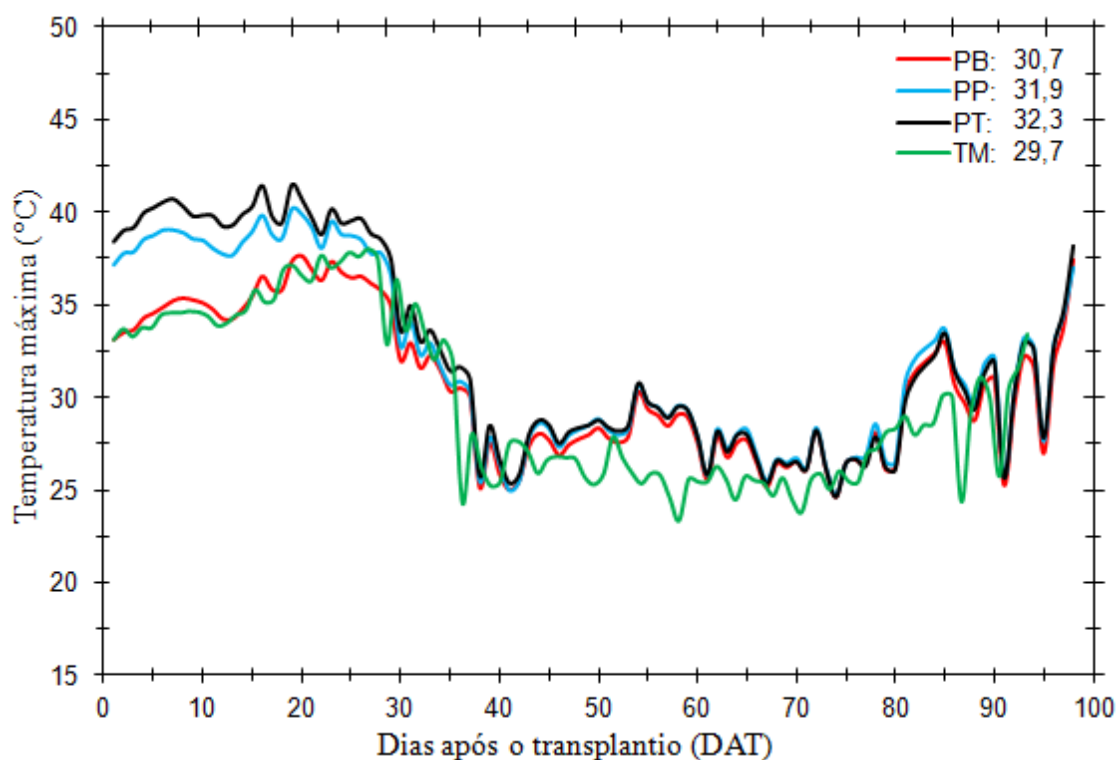


FIGURA 3.11 Temperatura máxima diária do solo sob as coberturas plásticas (TM, sem cobertura; PB, preta/branca; PP, preta/prata; PT, preta) registradas a 5,0 cm de profundidade durante a condução do experimento (inverno/primavera de 2017).

Para a $T_{s\text{mín}}$, mesma tendência foi observada, ou seja, as coberturas plásticas mantiveram o solo mais aquecido em relação à testemunha e maiores diferenças também foram notadas nos estádios iniciais do cultivo, conforme mostra a Figura 3.12. Na primeira fase, as $T_{s\text{mín}}$ sob as coberturas preta, preta/prata e preta/branca foram 4,3°C, 3,7°C e 2,2°C maiores que as registradas na testemunha, respectivamente. Já nas fases II e III, as maiores diferenças entre as coberturas e testemunha não ultrapassaram 2,7°C (preta) e 1,5°C (preta/prata), respectivamente. Maiores $T_{s\text{mín}}$ sob as coberturas plásticas indicam menor perda de radiação de ondas longa devido à barreira física feita pelos plásticos, minimizando as perdas de calor por convecção.

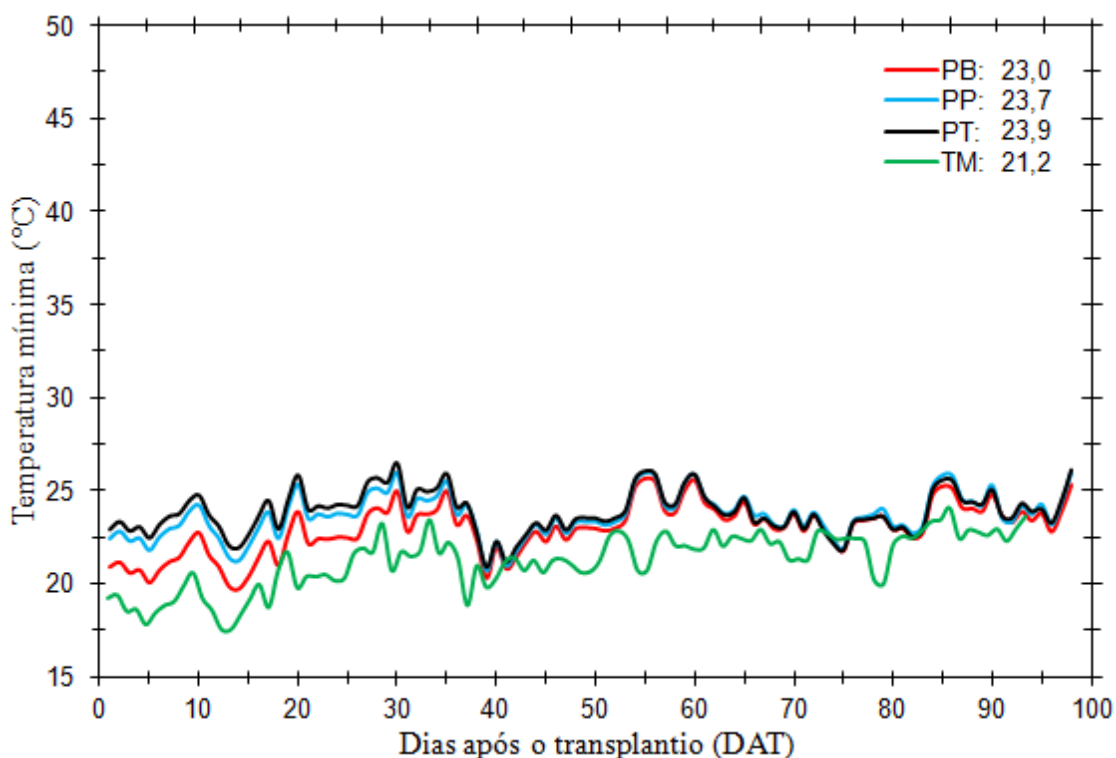


FIGURA 3.12 Temperatura mínima diária do solo registrada a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas plásticas (TM, sem cobertura; PB, preta/branca; PP, preta/prata; PT, preta) durante a condução do experimento (inverno/primavera de 2017).

Quando se observa a variação diária de temperatura do solo sob as coberturas (amplitude térmica), os efeitos das colorações foram distintos (Figura 3.13). Na fase I dos tomateiros, quando comparadas à testemunha, houve redução de 1,8°C e 0,2°C sob as colorações preta/branca e preta/prata, respectivamente, e aumento de 0,5°C sob a preta. Já na fase II, todas as colorações mostraram menor variação que a testemunha, cerca de 1,6°C, enquanto na III, todas foram superior, cerca de 0,5°C. Porém, Ham e Kluitenberg (1994), em Manhattan, Kansas, Estados Unidos, no verão, encontraram variação diária na temperatura do solo, medida a 10 cm de profundidade, em aproximadamente 24,0 a 36,5°C com solo descoberto, 27,0 a 39,0°C sob o plástico preto e 26,0 a 35,5°C com o branco, ou seja, redução da amplitude tanto na cobertura branca quanto na preta. Com o transparente, na região Noroeste da China, cultivando batata, Hou et al. (2010) obtiveram diferenças variando de 2°C a 9°C na temperatura do solo, medido a 5,0 cm de profundidade, em relação ao descoberto. Moreno, Moreno e Mancebo (2009) ainda observaram variação da temperatura do solo utilizando a mesma coloração plástica, mas constituída por materiais diferentes com a biodegradável (13,75 micras) apresentando menor temperatura do solo a 10 cm de profundidade em relação

ao polietileno. Assim, elas podem atuar como um regulador térmico e aumentar ou diminuir a quantidade de calor no solo conforme a cor utilizada.

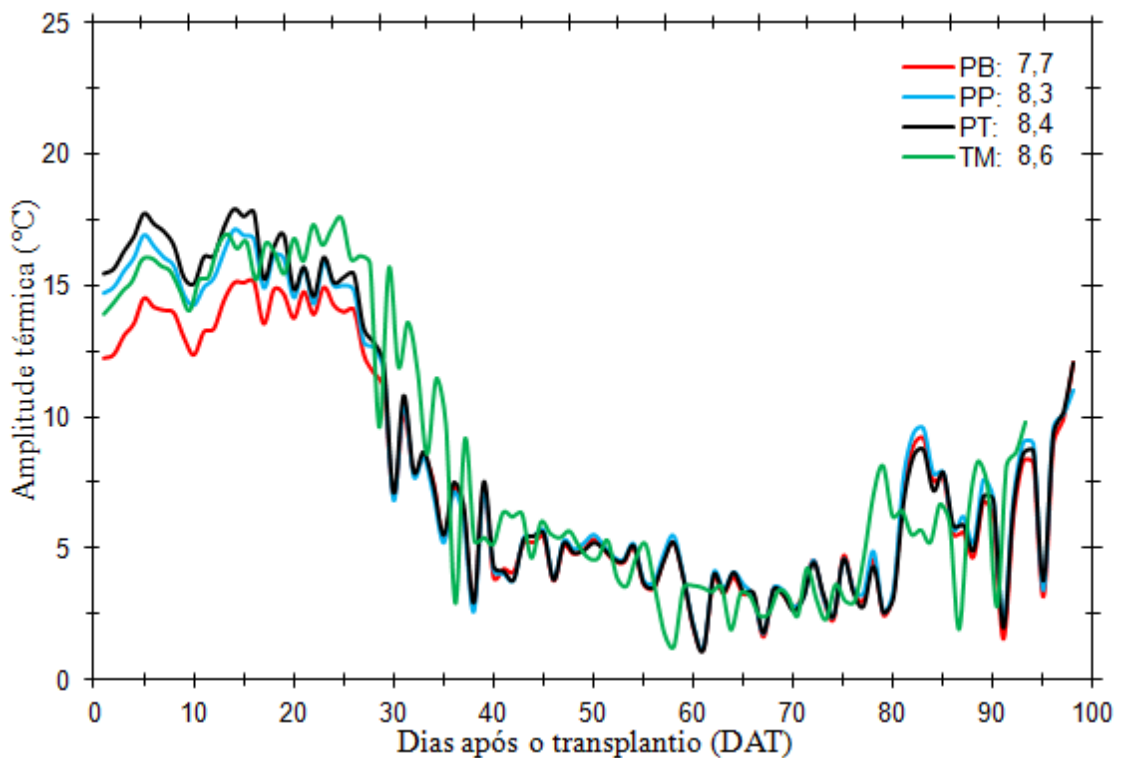


FIGURA 3.13 Amplitude térmica diária a 5,0 cm de profundidade sob as coberturas plásticas (TM, sem cobertura; PB, preta/branco; PP, preta/prata; PT, preta) durante a condução do experimento (inverno/primavera de 2017).

Os efeitos das propriedades ópticas das colorações plásticas também foram observados a 15,0 cm de profundidade, mas com menores variações que a 5,0 cm, conforme mostra a Figura 3.14. Sob todas as coberturas, as variações de temperatura a 15,0 cm de profundidade (Figura 3.14a) foram inferiores à metade da medida a 5,0 cm (Figura 3.14b). Enquanto as temperaturas máximas foram maiores a 5,0 cm, em comparação a 15,0, valores inversos foram observados para as mínimas, ou seja, as temperaturas mínimas foram maiores a 15,0 cm.

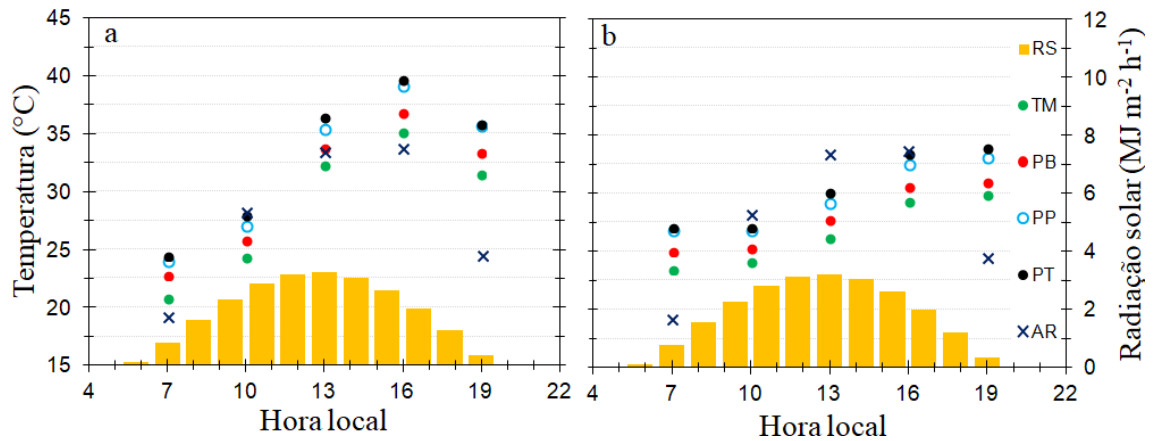


FIGURA 3.14 Variação diária da radiação solar (RS), temperatura média do ar (AR) e do solo medida sob as coberturas plásticas (TM, testemunha; PB, preta/branca; PP, preta/prata, e; PT, preta) ocorridos em um dia de sol pleno na profundidade de 5,0 cm (a) e 15,0 cm (b) aos 21 dias após o transplante do minitomate.

3.3 Influência das coberturas plásticas no cultivo do minitomate

3.3.1 Crescimento e desenvolvimento

Os parâmetros de crescimento dos dois híbridos de minitomates estão transcritos nas Tabelas 3.5 e 3.6. Para o diâmetro médio do caule (Tabela 3.5.), todas as coberturas plásticas apresentaram maiores diâmetros em relação à testemunha nas quatro avaliações, mas não diferiram entre si em nenhuma delas, independentemente do híbrido. Em média, as plantas cultivadas nas três coberturas plásticas testadas apresentaram caules 0,91 mm, 1,67 mm, 2,43 mm e 2,93 mm mais espessos que a testemunha aos 10, 14, 21 e 28 dias após o transplante das mudas (DAT), respectivamente. Com relação ao hábito de crescimento, observaram-se maiores diâmetros nas plantas determinadas, exceto na primeira avaliação (10 DAT) na qual as diferenças não foram estatisticamente detectáveis. Aos 14, 21 e 28 DAT, os diâmetros médios do caule do determinado foram 0,51 mm, 0,88 mm e 1,30 mm mais espessos que do indeterminado.

TABELA 3.5 Diâmetro médio do caule (mm) medido à altura do colo planta durante o período vegetativo no inverno/primavera de 2017.

Dia	Híbrido	Cobertura				Média	CV (%)
		Testemunha	Preta/branca	Preta/prata	Preta		
10 DAT	Determinado	2,71	3,78	3,58	3,57	3,41	
	Indeterminado	2,52	3,49	3,47	3,26	3,19	
	Média	2,61 B	3,64 A	3,53 A	3,42 A		9,72
14 DAT	Determinado	3,35	5,41	5,03	5,22	4,75 a	
	Indeterminado	3,13	4,63	4,81	4,38	4,24 b	
	Média	3,24 B	5,02 A	4,92 A	4,80 A		11,26
21 DAT	Determinado	5,52	8,15	7,92	8,13	7,43 a	
	Indeterminado	4,81	6,97	7,41	6,99	6,54 b	
	Média	5,16 B	7,56 A	7,66 A	7,56 A		10,06
28 DAT	Determinado	6,68	10,77	10,25	10,42	9,78 a	
	Indeterminado	6,18	9,11	9,54	9,08	8,47 b	
	Média	6,93 B	9,94 A	9,89 A	9,75 A		9,08

Notas:

*CV, Coeficiente de variação; DAT, Dias após o transplantio das mudas.

**Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna para dia e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Quanto à altura média das plantas (Tabela 3.6), os dois híbridos responderam às alterações feitas pelas colorações no microambiente de luz (Tabela 3.3) e microtérmicas (Tabela 3.4). Contudo, nas duas primeiras avaliações (10 e 14 DAT), a resposta dos dois híbridos foi semelhante. Até essas datas, as coberturas plásticas preta e preta/prata favoreceram o desenvolvimento em relação à testemunha, com destaque para a cor preta/prata, com a qual foram obtidas as maiores alturas médias. Já nas avaliações feitas aos 21 e 28 dias após o transplante das mudas no campo, embora praticamente todas as coberturas plásticas tenham favorecido o crescimento, a resposta do minitomate à cor foi diferente. Para o determinado, aos 21 DAT plantas com maiores alturas mantiveram-se sobre as coberturas preta e preta/prata, enquanto que para o indeterminado, as plantas cultivadas na preta apresentaram as menores alturas, sendo estas semelhantes às da testemunha, mas na preta/prata também apresentaram as maiores alturas médias. Aos 28 DAT no determinado, não havia mais diferenças de alturas das plantas entre as coberturas plásticas, mas esta se manteve apenas entre a preta e a testemunha. Para o indeterminado, nesta última avaliação, a cor da cobertura ainda influenciou o crescimento, porém a altura média na cor preta/branca foi semelhante às da preta/prata, as quais se destacaram em altura, enquanto que as cultivadas na preta e na testemunha mantiveram-se menores.

TABELA 3.6. Altura média das plantas (cm) medida durante o período vegetativo no inverno/primavera 2017.

Dia	Genótipo	Cobertura				Média	CV (%)
		Testemunha	Preta/branca	Preta/prata	Preta		
10 DAT	Determinado	8,28	8,54	10,08	9,66	9,14 a	
	Indeterminado	7,22	8,15	10,08	7,90	8,34 b	
	Média	7,75 C	8,34 BC	10,08 A	8,78 B		8,14
14 DAT	Determinado	10,39	10,59	12,96	12,42	11,59 a	
	Indeterminado	8,48	10,52	13,21	9,88	10,52 b	
	Média	9,43 C	10,56 BC	13,09 A	11,15 B		10,35
21 DAT	Determinado	22,01 aB	24,62 aAB	27,48 aA	27,96 aA	25,52	
	Indeterminado	16,20 bC	23,41 aB	28,15 aA	19,55 bBC	21,83	
	Média	19,10	24,02	27,81	23,75		10,06
28 DAT	Determinado	44,26 aB	50,30 aAB	51,43 aAB	53,40 aA	49,85	
	Indeterminado	32,52 bB	48,40 aA	52,42 aA	36,68 bB	42,50	
	Média	38,39	49,35	51,93	45,04		9,08

Notas:

*CV, Coeficiente de variação; DAT, Dias após o transplantio das mudas.

**Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna para dia e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Segundo Anikwe et al. (2007), melhorias nas condições edáficas e térmicas proporcionaram alturas e índice de área foliar 67% e 77% superiores do inhame (*Colocasia esculenta*), no sudeste da Nigéria, cultivada no plástico preto em relação ao descoberto. Resultados semelhantes foram obtidos por Jayakumar, Janapriya e Surendran (2017), com o coqueiro (*Cocos nucifera* L.), durante cinco anos de avaliação, em Coimbatore, Índia, e por Zhao et al. (2012), no cultivo de batata, na China durante a primavera/verão. Entre as principais justificativas e conclusões obtidas nessas estão maior eficiência no uso da água e fertilizantes; e melhorias na umidade do solo e térmica durante a estação de crescimento, respectivamente.

Assim, as colorações apresentaram efeitos marcantes na altura das plantas durante a fase de crescimento (fase I). Considerando a cor da cobertura plástica, as principais modificações microambientais que podem influenciar o desenvolvimento das culturas são as feitas na temperatura do solo (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993) próximo ao sistema radicular da planta e em torno da sua parte aérea, bem como a qualidade e quantidade da luz refletida (ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004) próxima do seu dossel. Inicialmente, espera-se um sistema radicular mais superficial e menos desenvolvido, condição que pode ter predisposto os dois híbridos mais sensíveis à temperatura, visto que plantas maiores foram observadas nas colorações com maior aquecimento (preta/prata e preta), mas respostas ao microambiente de luz também

ocorreram, e até 14 DAT a cobertura plástica preta/prata proporcionou melhores resultados. Nesta cobertura, as variações térmicas do solo foram próximas às registradas na preta, mas verificou-se quase o triplo de luz refletida na região fotossintética (Tabela 3.3).

Destaca-se que maiores efeitos térmicos das coberturas plásticas foram verificados a 5,0 cm de profundidade, sendo as variações diárias praticamente o dobro da medida a 15,0 cm (Figura 3.14a e b). Assim, com o transcorrer do desenvolvimento, maior crescimento radicular ocorreu naturalmente e os efeitos térmicos das colorações plásticas sobre os dois híbridos foram menores. Entretanto, distinções entre os híbridos foram percebidas. Nas duas avaliações feitas próximas ao florescimento médio (21 e 28 DAT), apenas o híbrido indeterminado respondeu aos efeitos das colorações e, ao contrário das duas avaliações anteriores (10 e 14 DAT), as plantas foram mais responsivas às alterações feitas no microambiente de luz que pelas microtérmicas, pois, na última avaliação (28 DAT), esta apresentou maiores alturas na preta/prata e na preta/branca, entre as quais foram registradas diferenças superiores a 2,0°C na temperatura média do solo (Tabela 3.4) durante a fase de crescimento (fase I) medidas a 5,0 cm de profundidade. Por outro lado, entre as cores preta e preta/prata, em que foram notadas diferenças significativas na altura das plantas, para a temperatura do solo, esta foi de apenas 0,8°C. Ressalta-se ainda que, nessa fase da cultura (I), as temperaturas do solo sob todas as coberturas plásticas apresentaram valores superiores às ótimas (25,4°C) estimadas por Díaz-Pérez e Batal (2002) para as condições climatológicas do outono e primavera de Tifton, Geórgia, Estados Unidos.

Quanto ao microambiente de luz, as cores preta/prata e preta/branca, com as quais o híbrido indeterminado apresentou maiores alturas no florescimento médio, estas possuem maior refletância na faixa fotossintética da planta (DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989), conforme apresentou a Tabela 3.3 e como já fora observado em outros trabalhos (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; NGOUAJIO; ERNEST, 2005), e pode ter favorecido seu processo de fotossíntese. Assim, uma maior refletância pode ter promovido o crescimento do híbrido indeterminado. Segundo Decoteau et al. (1988), a cor da cobertura plástica pode afetar o microambiente de luz o suficiente para alterar o crescimento do tomateiro. Respostas fisiológicas ligadas ao desenvolvimento e relacionadas ao microambiente de luz também foram verificadas na cultura do pimentão (DECOTEAU; KASPERBUER; HUNT, 2000).

As influências das coberturas plásticas sobre o desenvolvimento do minitomate concordam com os dados obtidos por Decoteau et al. (1986), mas os efeitos das colorações divergem entre algumas cores. Eles avaliaram vários parâmetros de crescimento do tomateiro e as cores preta e branca mostraram resultados semelhantes entre si, mas melhores que os da prata e da vermelha. Resultados contrários aos obtidos com o híbrido indeterminado também foram observados por Bogiani et al. (2008), para as condições de inverno de Ilha Solteira, SP, no qual obtiveram maiores alturas com a preta em comparação ao solo sem cobertura, e intermediárias com a branca, sem diferir dos anteriores. Por outro lado, Lucena et al. (2013) não observaram influências das colorações preta, preta/branca e preta/cinza no crescimento do tomateiro para as condições de verão em Baraúna, RN, e creditaram-na às condições climáticas do local.

Portanto, embora as alterações microtérmicas do solo proporcionadas pela cor da cobertura constitua um dos seus principais efeitos sobre os parâmetros de crescimento da planta, a resposta da cultura pode relacionar-se a interações combinadas entre a cor da cobertura, o local ou época de cultivo e tipo de cultura ou cultivar. Para as condições meteorológicas predominantes do inverno/primavera de Uberlândia, MG, Brasil, o crescimento das plantas de minitomate nos primeiros 28 dias após transplante apresentou pouca influência no aumento da temperatura do solo proporcionado por cada cobertura, pois mesmo o híbrido mais responsivo à coloração plástica (crescimento indeterminado) apresentou desenvolvimento estatisticamente igual nas cores preta/prata e preta/branca (Tabelas 3.5. e 3.6.), de modo que as temperaturas no solo durante a fase de crescimento (fase I) medidas a 5,0 cm de profundidade foram significativamente diferentes entre essas duas cores (Tabela 3.4). Além disso, a diferença de temperatura do solo entre as coberturas preta/prata e preta foi inferior a 1°C e, mesmo assim, entre as colorações, foi o cenário em que as plantas de crescimento indeterminado apresentaram a menor altura média.

No geral, ao observar o desenvolvimento dos dois híbridos de minitomates, percebe-se que, inicialmente, as plantas responderam às alterações no balanço de energia próximo ao microambiente de cultivo proporcionado pela cor da cobertura plástica (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993), apresentando maiores alturas sobre a preta/prata, que juntamente com a preta, apresentaram maiores temperaturas (Tabela 3.4.), mas refletância intermediária. No entanto, à medida que a cultura se desenvolveu, as influências das colorações sobre as temperaturas do solo diminuíram, conforme mostrou a Tabela 3.4 e

como pode ser verificado em outros estudos (TEASDALE; ABDUL-BAKI, 1995; BAN et al., 2009; ZHAO et al., 2012). Conseqüentemente, redução do efeito da cor no microambiente de luz também pode ocorrer. Assim, os benefícios das colorações plásticas (LAMENT JR, 1993) sobre o desenvolvimento dos híbridos de minitomates provavelmente diminuíram, resultando nas menores diferenças entre elas na última medição feita aos 28 DAP. Entre as coberturas plásticas e a testemunha, efeitos adicionais, como maior eficiência no uso dos fertilizantes (KUMAR; DEY, 2011; LIU et al., 2015; FILIPOVIĆ et al., 2016) e menor competição com plantas daninhas (ANIKWE et al., 2007), também contribuem para maximizar essas diferenças.

3.3.2 Florescimento

Para o florescimento, a Tabela 3.7 mostra que este não diferiu entre as cores testadas. Então, ao confrontar os dados de florescimento dos dois genótipos avaliados com os de temperatura do solo (Tabela 3.4) proporcionados pelas diferentes colorações, nota-se que, embora as temperaturas tenham sido maiores nas coberturas preta e preta/prata, quando comparadas à preta/branca, essas diferenças não influenciaram no início do período reprodutivo. Diferenças foram observadas somente em relação à testemunha, com as colorações plásticas antecipando-a, em média, quatro dias. Segundo Dieleman e Heuvelink (1992), o ciclo vegetativo do tomateiro pode ser fortemente influenciado pelas condições ambientais, principalmente pela intensidade luminosa, temperatura e sua interação. Contudo, no presente estudo, não foi observada influência das colorações no tempo de florescimento dos dois genótipos. Ahmad et al. (2011), Faisalabad, Paquistão, com a cultura do pimentão cultivada sobre os plásticos transparente e preto e alguns materiais orgânicos, obtiveram menor tempo de florescimento com o uso de coberturas plásticas, mas também não encontraram diferenças significativas entre essas duas cores.

TABELA 3.7 Florescimento médio, em dias após o transplante, de dois genótipos de minitomate cultivados sobre cobertura plástica colorida no inverno/primavera de 2017.

Cobertura	Hábito de crescimento		
	Determinado	Indeterminado	Média
Testemunha	27,2	28,5	27,9 b
Preto-branca	23,5	24,0	23,8 a
Preto-prata	23,5	24,0	23,8 a
Preta	23,2	24,0	23,6 a
Média	24,4	25,1	
CV (%): 8,53			

Notas:

*CV, Coeficiente de variação.

**Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Antecipar o período reprodutivo pode minimizar perdas na produtividade, principalmente em regiões ou períodos com alta incidência de insetos transmissores de doenças causadas por vírus. Conforme o agente patológico, para cada dia anterior à colheita que o tomateiro apresentar sintomas, a produtividade pode ser reduzida cerca de 2% (DÍAZ-PÉREZ et al., 2003). Essas perdas podem estar altamente relacionadas com o estágio de desenvolvimento do tomateiro em que a doença apresentou sintomas (DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007). Assim, a antecipação do ciclo do tomateiro em quatro dias, conforme obtido nesse trabalho, pode significar redução nas perdas produtivas próximas a 8% em locais potencialmente infestados, reduzindo apenas o início do período reprodutivo da cultura com o uso de coberturas plásticas.

3.3.3 Produtividade e qualidade dos frutos

O uso de coberturas plásticas favoreceu os fatores de produção de minitomates e as respostas dos dois híbridos foram distintas apenas para a produtividade comercializável (*PC*), conforme apresenta a Tabela 3.8. Enquanto para o híbrido de crescimento determinado todas as coberturas plásticas promoveram maior *PC* quando comparadas à testemunha, no indeterminado, apenas na cobertura preta foi obtida maior *PC* em relação à testemunha. Nas outras duas colorações (preta/branca e preta/prata), os resultados foram estatisticamente iguais aos obtidos com a cor preta, mas não diferiram dos obtidos na testemunha.

TABELA 3.8 Fatores produtivos de dois genótipos de minitomate cultivados sob cobertura plástica colorida no inverno/primavera de 2017.

Fator produção	Híbrido	Cobertura				Média	CV (%)
		Testemunha	Preta/branca	Preta/prata	Preta		
PT (kg m ⁻²)	Determinado	4,740	6,127	5,824	6,378	5,767 a	
	Indeterminado	4,389	4,304	4,216	5,012	4,480 b	
	Média	4,565 B	5,215 AB	5,020 AB	5,695 A		10,9
PC (kg m ⁻²)	Determinado	3,508 aB	5,303 aA	4,970 aA	5,518 aA	4,827	
	Indeterminado	3,455 aB	3,856 bAB	3,682 bAB	4,485 bA	3,869	
	Média	3,482	4,584	4,326	5,002		11,6
FC (%)	Determinado	74,3	86,7	85,2	86,1	83,1 b	
	Indeterminado	78,2	89,6	87,3	89,8	86,2 a	
	Média	76,3 B	88,2 A	86,3 A	88,0 A		5,1
NF (qtde)	Determinado	120	197	175	197	172 b	
	Indeterminado	205	235	225	271	234 a	
	Média	162 B	216 A	200 AB	234 A		14,5
PF (g fruto ⁻¹)	Determinado	8,793	8,122	8,543	8,472	8,483 a	
	Indeterminado	5,163	4,926	4,926	4,974	5,000 b	
	Média	6,978 A	6,524 B	6,735 AB	6,723 AB		4,0

Notas:

* PT, Produtividade total; PC, Produtividade comercializável; FC, Percentual de frutos úteis; NF, Número de frutos comercializáveis por planta; PF, Peso médio de fruto; CV, Coeficiente de variação.

** Médias seguidas por letras distintas, minúscula na coluna para cada fator de produção e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Para os outros fatores produtivos, observa-se que as respostas à presença ou cor da cobertura plástica independeram dos genótipos de minitomate avaliados. Maior produtividade total (*PT*) foi obtida com a cor preta e a menor na testemunha com as cores preta/branca e preta/prata apresentando resultados estatisticamente iguais tanto aos da cor preta como da testemunha. Quanto ao número de frutos (*NF*), maiores quantidades foram colhidas nas colorações preta e preta/branca e as menores na testemunha. No entanto, o peso por fruto colhido na preta/branca foi menor, enquanto os colhidos na preta e na preta/prata foram intermediários, apresentando pesos estatisticamente iguais aos da testemunha sem diferirem dos obtidos na preta/branca. Entre os genótipos, o de crescimento determinado apresentou maior produtividade total de frutos e de pesos individual maiores, enquanto no indeterminado, obteve-se maior quantidade e percentual de frutos comercializáveis.

Os fatores de produção avaliados foram próximos aos obtidos por algumas cultivares testadas por Yuri et al. (2016) em Petrolina, PE, utilizando a cobertura plástica de cor preta/prata durante o período mais seco e com temperaturas mais amenas (outono/primavera). Entretanto, para as condições de Uberlândia, MG, iniciando-se o

cultivo no inverno e término na primavera, esse trabalho mostrou que a cor da cobertura plástica pode influenciar os fatores produtivos de minitomates. Exceto para o percentual de frutos comercializáveis no qual todas as colorações reduziram perdas, mas não diferiam entre si, e para a produtividade comercializável, para a qual somente o híbrido de crescimento indeterminado respondeu à cor da cobertura. Como síntese para os demais fatores, quando comparadas à testemunha, as coberturas plásticas promoveram: a preta, maior produtividade total e número de frutos por planta, além de manutenção do peso médio por frutos; a preta/branca, manutenção da produtividade total, maior número de frutos por planta e menor peso médio por frutos; e a preta/prata, manutenção da produtividade total, do número de frutos por planta e do peso médio por fruto.

Assim, ao avaliar o desempenho produtivo do minitomate, a melhor resposta foi a obtida com a cobertura preta, que juntamente com a preta/prata reportaram maiores temperaturas durante o ciclo de cultivo (Tabela 3.4) apresentando PT e NF aproximadamente 25% e 45% superior à testemunha, respectivamente. Distinções na temperatura do solo entre essas duas coberturas plásticas foram obtidas somente na fase I, mas apenas 0,8°C maior na preta (Tabela 3.4). Além disso, em todas as colorações plásticas, as temperaturas médias do solo mantiveram-se, na maior parte do ciclo de cultivo, acima da ótima estimada por Díaz-Pérez e Batal (2002). Então, efeitos microtérmicos proporcionados pelas colorações das coberturas provavelmente tiveram pouca influência nos parâmetros produtivos dos dois híbridos de minitomate.

Coberturas plásticas também diminuem a evaporação do solo (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986; SNYDER et al., 2015; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015; ZRIBI et al., 2015; KHAN et al., 2016), o consumo de água da cultura (ZHAO et al., 2012; LIMA et al., 2017), aumentam a eficiência do uso da água (FAN et al., 2017; LIMA et al., 2017), controlam eficientemente a maioria das plantas infestantes (ANIKWE et al., 2007; ANZALONE et al., 2010; CIRUJEDA et al., 2012), aumentam a absorção (KUMAR; DEY, 2011; LIU et al., 2015) e a eficiência do uso de nutrientes (FILIPOVIĆ et al., 2016), podem repelir insetos-pragas (SUWWAN et al., 1988; GREER; DOLE, 2003; ANDINO; MOTSENBOCKER, 2004), diminuir a incidência precoce de doenças causadas por vírus (DÍAZ-PÉREZ et al., 2003; DÍAZ-PÉREZ; GITAITIS; MANDAL, 2007) e reduzir doenças de solo (KATAN et al., 1976), além de melhorar a sua agregação podendo proporcionar aumento na atividade microbiana e favorecer o crescimento de raízes (WANG et al., 2017). Comparadas à testemunha, esse

conjunto de modificações provavelmente beneficiaram os híbridos testados, principalmente para o determinado.

Decoteau et al. (1988) destacou que o tomateiro pode responder a pequenas mudanças no ambiente de luz induzidas pela cor da cobertura. Cores claras refletem maior quantidade de luz total, mas uma menor proporção na faixa do vermelho-distante em relação à vermelha (DECOTEAU et al., 1986). Essa taxa é responsável pela regulação dos processos fisiológicos da planta e atua na sua partição fotossintética (DECOTEAU et al., 1988; KASPERBAUER, 1987; 1988) podendo favorecer o desenvolvimento dos frutos (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001). Assim, maior produtividade sobre a cobertura preta pode estar relacionado à maior taxa de reflexão entre vermelho-distante/vermelha em relação às outras duas colorações testadas (DECOTEAU et al., 1986; 1988; DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989).

Assim, além do efeito térmico (LIAKATAS; CLARK; MONTEITH, 1986), as colorações alteram também o microambiente de luz (NGOUAJIO; ERNEST, 2005; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015) e conforme as propriedades ópticas características de cada material (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993; SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015) pode favorecer o desempenho produtivo das culturas. Porém, como apresentaram diversos estudos (DECOTEAU et al., 1988; BAN et al., 2009; YURI et al., 2012; LUCENA et al., 2013; YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013), as respostas das plantas a essas alterações podem diferir de acordo com os locais ou épocas e entre as espécies ou variedades cultivadas. Para as condições do inverno/primavera de Uberlândia, MG, as respostas dos dois híbridos de minitomates a uma determinada coloração não diferiram entre si e ambos apresentaram maior desempenho produtivo com a cor preta em relação à testemunha.

3.3.4 Teor de sólidos solúveis

Um dos principais fatores que contribuem para a apreciação dos minitomates pelos consumidores e, conseqüentemente, estímulo aos produtores à sua produção, é o teor relativamente alto de sólido solúvel apresentado. Entretanto, quando cultivados em campo, as intempéries meteorológicas normalmente comprometem sua concentração. A cobertura plástica preta proporcionou maior teor de sólido solúvel em ambos híbridos (Tabela 3.9). Entre estas, o indeterminado produziu frutos mais adocicados. A

preta/prata apresentou valores intermediários não diferindo da preta nem da testemunha e da preta/branca.

TABELA 3.9. Teor de sólidos solúveis (°Brix) de dois genótipos de minitomate cultivados sobre cobertura plástica colorida no inverno/primavera de 2017.

Cobertura	Híbrido		
	Determinado	Indeterminado	Média
Testemunha	5,01	5,90	5,45 b
Preta/branca	5,11	5,71	5,41 b
Preta/prata	5,26	6,18	5,72 ab
Preta	5,51	6,47	5,99 a
Média	5,22 B	6,06 A	

Coefficiente de variação (%): 6,54

Nota: *Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Essa característica, entre outros fatores, também pode ser influenciada pela maior relação entre a luz refletida na faixa do vermelho-distante e vermelha (SHIUKHY; SARJAZ; CHALAVI, 2015), mas os efeitos podem estar relacionados com o predomínio de dias ensolarados durante o desenvolvimento dos frutos (KASPERBAUER; LOUGHRIN; WANG, 2001). Das cores testadas, a preta é a que reflete maior relação entre o vermelho-distante e vermelha (DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1989) e, portanto, pode ter promovido o aumento no teor de sólido solúvel. Por outro lado, Campagnol et al. (2014) obtiveram redução no °Brix do tomateiro híbrido San Vito cultivado na primavera em Piracicaba, SP, sobre a cor preta quando comparada ao sem cobertura e creditou essa redução ao aumento de umidade na camada superficial do solo coberto. Porém, quanto a compostos fenólicos totais, Anttonen et al. (2006), cultivando morangos na Finlândia durante o verão, encontraram teores mais elevados utilizando a cobertura branca.

3.3.5 Estimativa do retorno econômico da cobertura

Conforme variações de preço do minitomate (tomate cereja) no Ceasa Minas (2017) ao longo do ano de 2017, maiores valores médios ocorreram entre os meses de abril a julho (Figura 3.15), alcançando valores mínimo e máximo de 2,35 e 7,05 R\$ kg⁻¹, respectivamente. Para as épocas de colheitas do experimento (24 Out. a 28 Nov. 2017), o valor mínimo e máximo foi de 2,35 e 4,70 R\$ kg⁻¹, com média de 2,64 R\$ kg⁻¹,

respectivamente. Dado ao custo específico de cada cobertura plástica, esse valor na época da colheita pode ser decisivo na escolha da coloração.

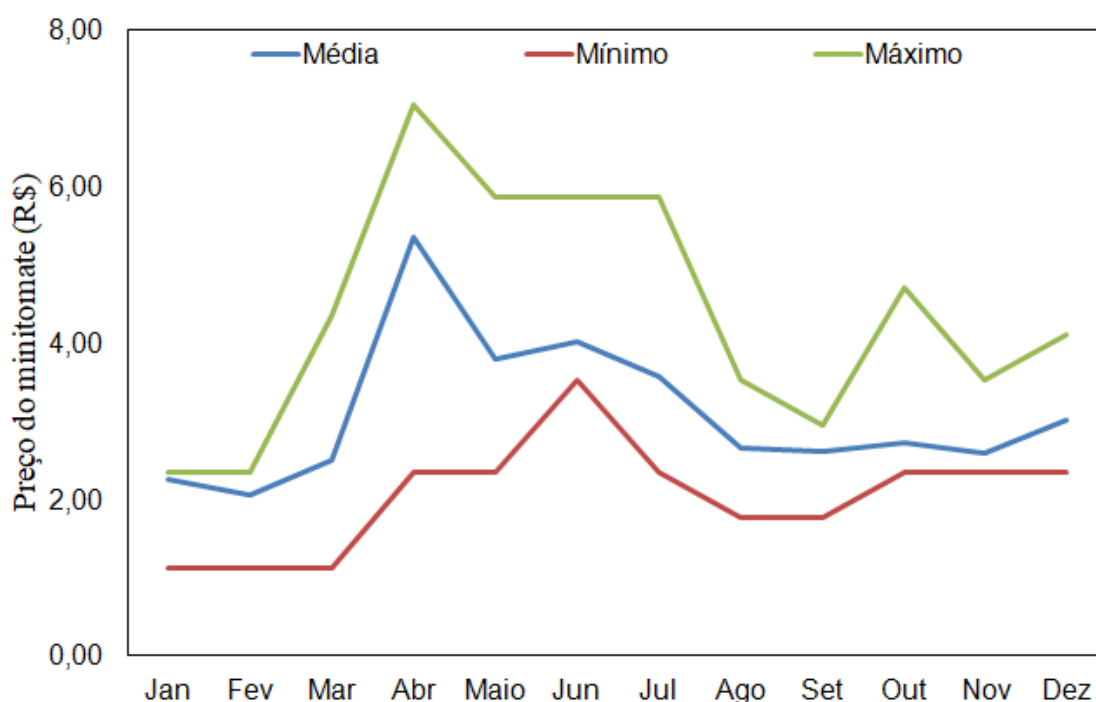
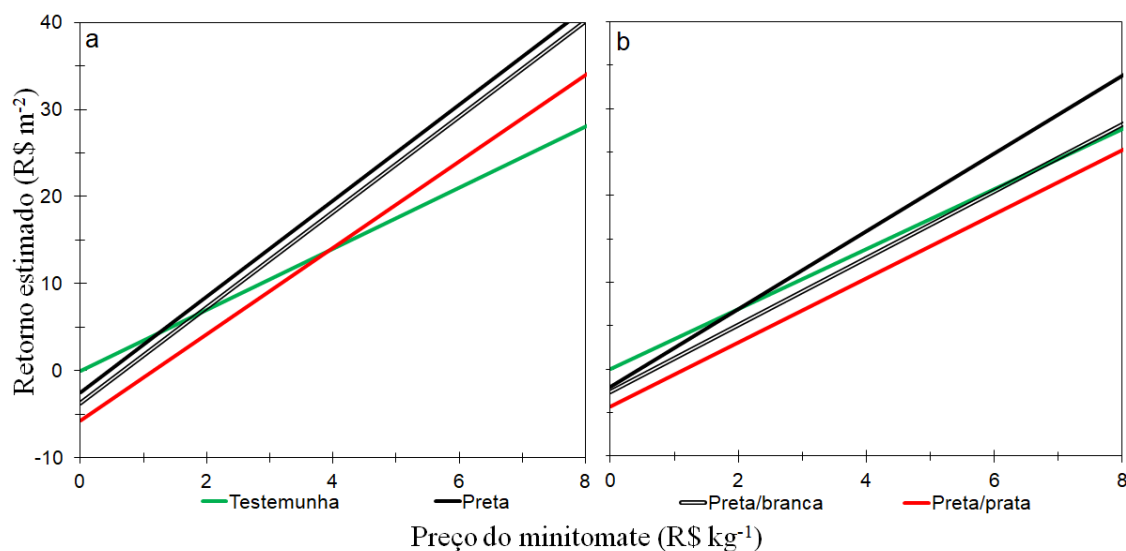


FIGURA 3.15 Variações mensais do preço do minitomate (tomate cereja) no ano de 2017.

Os preços mínimos do minitomate para superar os gastos obtidos na aquisição de cada cobertura plástica foram distintos (FIGURA 3.16). Destaca-se que, quanto maior o preço do minitomate, maiores são os retornos obtidos com o uso das coberturas plásticas. Entretanto, em ambos os híbridos, conseguem-se maiores retornos utilizando a cobertura plástica preta. Nesta coloração, a partir de 1,23 e 1,96 R\$ kg⁻¹ foram obtidos maiores retornos quando comparados à testemunha para os híbridos de crescimento determinado (a) e indeterminado (b), respectivamente. Contudo, utilizando a cobertura plástica preta/prata, maiores retornos com relação ao da testemunha ocorreriam apenas se o preço do minitomate atingir 3,89 e 19,23 R\$ kg⁻¹ nos híbridos determinado e indeterminado, respectivamente.



Cobertura	Determinado		Indeterminado	
	Retorno estimado	Valor mínimo	Retorno estimado	Valor mínimo
Testemunha	RE = 3,51 VP	---	RE = 3,46 VP	---
Preta	RE = 5,52 VP - 2,48	R\$ 1,23	RE = 4,49 VP - 2,02	R\$ 1,96
Preta/branca	RE = 5,50 VP - 3,80	R\$ 1,91	RE = 3,86 VP - 2,66	R\$ 6,65
Preta/prata	RE = 4,98 VP - 5,72	R\$ 3,89	RE = 3,68 VP - 4,23	R\$ 19,23

FIGURA 3.16 Estimativa do retorno econômico dos híbridos de crescimento determinado (a) e indeterminado (b) para cada cobertura em função do preço do minitomate. RE – Retorno econômico; VP – Preço do minitomate.

Ao considerar o preço médio do minitomate durante a colheita, os retornos econômicos proporcionados pelas coberturas seguiram a ordem $\text{preta} > \text{preta/branca} > \text{testemunha} > \text{preta/prata}$ e $\text{preta} > \text{testemunha} > \text{preta/branca} > \text{preta/prata}$ para os híbridos determinado e indeterminado, respectivamente. Assim, enquanto para o híbrido de crescimento determinado maiores retornos à testemunha possam ser obtidos utilizando as coberturas preta e preta/branca, para o indeterminado apenas os da preta a superaram. Nesse sentido, além da popularidade da cobertura preta, principalmente por ter sido uma das primeiras a ser utilizada sobre a superfície do solo (LAMONT Jr, 2017; RIBAS et al., 2015), cujo principal efeito no microclima está relacionado à elevação da temperatura do solo e à modificações na qualidade da luz refletida, mostrou ser uma opção para o cultivo do minitomate a campo durante o inverno em Uberlândia.

De maneira geral, os resultados mostraram que o uso de coberturas plásticas coloridas favoreceu o desenvolvimento do minitomate e contribuiu para o aumento da produtividade e teor de açúcar dos frutos. Entretanto, os efeitos das colorações diferiram à medida que os híbridos desenvolveram. Nas duas primeiras semanas após o transplante, maiores alturas foram obtidas com a cor preta/prata, enquanto que melhor

desempenho produtivo, maior teor de sólido solúvel e retorno financeiro ao produtor foram obtidos com a preta. Porém, como o minitomate ainda é pouco cultivado em campo, novas pesquisas testando outras colorações plásticas bem como variedades distintas são essenciais.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que, para as condições meteorológicas do inverno/primavera de Uberlândia, MG:

- 1) Coberturas plásticas alteram a temperatura do solo conforme as propriedades ópticas de cada cor;
- 2) Influências das colorações plásticas na temperatura do solo diminuem com a profundidade;
- 3) Os efeitos das colorações plásticas na altura das plantas são mais pronunciados no início do cultivo;
- 4) Maior crescimento inicial dos híbridos de minitomates ocorre na cobertura plástica preta/prata;
- 5) Maior desempenho produtivo é obtido com a cobertura plástica preta;
- 6) Teor de sólido solúvel no fruto de minitomate é favorecido pela cor preta;
- 7) A cobertura plástica preta proporciona maior retorno econômico.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; BULL, L. T. K.:Ca:Mg ratio in nutrient solution for production on mini tomato grown in substrate. **IRRIGA**. Botucatu, v. 19, n. 2, p. 214–224, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n2>

AGRANDA SEMENTES, **Sementes de mini tomate híbrido Bubble Candy**. Agranda Sementes, 2017. Disponível em: <https://www.agranda.com.br/semente-de-mini-tomate-hibrido-bubble-candy-895613655xJM>. Acesso em: 10 jan. 2017.

AHMAD, I.; HUSSAIN, Z.; RAZA, S.; MEMON, N.; NAQVI, S. A. Response of vegetative and reproductive components of Chili to inorganic and organic mulches. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**. Faisalabad, v. 48, n. 1, p. 19–24, 2011. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/FullTextPDF/2011/20113221214.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2016.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE JR., A. S.; SOUSA, F.; SEDIYAMA, G. C.; BEZERRA, J. R. C.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; Coeficiente de cultivo das principais culturas anuais. **Revista ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**. [S.], n. 52–53, p. 49–57, 2001. Disponível em: http://www.abid.org.br/arquivo/revista/revista_pdf/item_52-53.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Rome, 1998. Disponível em: https://appgeodb.nancy.inra.fr/biljou/pdf/Allen_FAO1998.pdf. Acesso em: 25 mar. 2016.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Ed. UFLA, 2004, 393p.

AMAYREH, J.; AL-ABED, N. Developing crop coefficients for field-grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under drip irrigation with black plastic mulch. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 73, n. 3, p. 247–254, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.10.008>

ANDERSEN, P. C.; OLSON, S. M.; MOMOL, M. T. Effect of plastic mulch type and insecticide on incidence of tomato spotted wilt, plant growth, and yield of tomato. **HortScience**. Alexandria, v. 47, n. 7, p. 861–865, 2012. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.7.861>

ANDINO, J. R.; MOTSENBOCKER, C. E. Colored plastic mulches influence cucumber beetle populations, vine growth, and yield of watermelon. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 6, p. 1246–1249, 2004. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.6.1246>

ANIKWE, M. A. N.; MBAH, C. N.; EZEAKU, P. I.; ONYIA, V. N. Tillage and plastic mulch effects on soil properties and growth and yield of cocoyam (*Colocasia esculenta*) on an ultisol in southeastern Nigeria. **Soil and Tillage Research**. London, v. 93, n. 2, p. 264–272, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.still.2006.04.007>

ANTTONEN, M. J.; HOPPULA, K. I.; NESTBY, R.; VERHEUL, M. J.; KARJALAINEN, R. O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Davis, n. 54, p. 2614–2620, 2006. <https://doi.org/10.1021/jf052947w>

ANZALONE, A.; CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; PARDO, G.; ZARAGOZA, C. Effect of biodegradable mulch material on weed control in processing tomatoes. **Weed Technology**. Lawrence, v. 24, n. 3, p. 369–377, 2010. <https://doi.org/10.1614/WT-09-020.1>

ARAÚJO, H. F.; LEAL, P. A. M.; ZORZETO, T. Q.; NUNES, E. F.; BETIN, P. S.; SERVILHA, G. F. P. Alterações micrometeorológicas em ambientes protegidos cultivados com minitomate orgânico. **Irriga**. Botucatu, v. 21, n. 2, p. 226–238, 2016. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n2p226-238>

BAN, D.; ZANIC, K.; DUMICIC, G.; CULJAK, T. G.; BAN, S. G. The type of polyethylene mulch impacts vegetative growth, yield and aphid population in watermelon production. **Journal of Food, Agriculture and Environment**. Helsinki, v. 7, n. 3–4, p. 543–550, 2009. Disponível em: <http://bib.irb.hr/datoteka/432177.64.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 657p., 1995.

BEZERRA, R. S.; EVANGELISTA, A.W. P.; ALVES JÚNIOR, J., NASCIMENTO, A. R.; CASAROLI, D. Minitomato cultivation with substrate under different fertigation management strategies. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 36, n. 1, p. 088–093, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620180115>

BLUESEEDS. **Catálogo de produtos**. Blueseeds distribuidor HBF no Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.blueseeds.com.br/catalogo-de-produtos/abiru/>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BOGIANI, J. C.; ANTON, C. S.; SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SENO, S. Tip pruning, plant density and plastic mulching in tomato yield in protected cultivation. **Bragantia**. Campinas, v. 67, n. 1, p. 145–151, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100018>

- BONACHELA, S.; GRANADOS, M. R.; LÓPEZ, J. C.; HERNÁNDEZ, J.; MAGÁN, J. J.; BAEZA, E. J.; BAILLE, A. How plastic mulches affect the thermal and radiative microclimate in an unheated low-cost greenhouse. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 152, p. 65–72, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.09.006>
- CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C.; MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S. C.; MINAMI, K. Impactos do nível de irrigação e da cobertura do solo na cultura do tomateiro. **Irriga. Botucatu**, v. 19, n. 3, p. 345–357, 2014. <https://doi.org/10.15809/irriga.2014v19n3p345>
- CASIERA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**. Bogotá, v. 29, n. 3, p. 407–413, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v29n3/v29n3a09>. Acesso em: 10 out. 2017.
- CIRUJEDA, A.; AIBAR, J.; ANZALONE, A.; MARTÍN-CLOSAS, L.; MECO, R.; MORENO, M. M.; PARDO, A.; PELACHO, A. M.; ROJO, F.; ROYO-ESNAL, A.; SUSO, M. L.; ZARAGOZA, C. Biodegradable mulch instead of polyethylene for weed control of processing tomato production. **Agronomy for Sustainable Development**. Paris, v. 32, n. 4, p. 889–897, 2012. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0084-y>
- CSIZINSZKY, A. A.; SCHUSTER, D. J.; KRING, J. B. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 120, n. 5, p. 778–784, 1995. <https://doi.org/10.21273/JASHS.120.5.778>
- CSIZINSZKY, A. A.; SCHUSTER, D. J.; KRING, J. B. Evaluation of color mulches and oil sprays for yield and for the control of silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Bellows and Perring) on tomatoes. **Crop Protection**. London, v.16, n.5, p.475–481, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(97\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(97)00013-6)
- DANTAS, M. S. M.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; CRUZ, C. A.; CUNHA, A. P. A. Yield and quality of watermelon grown under nonwoven textile protection combined with plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 824–829, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000800004>
- DECOTEAU, D. R. KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. **HortScience**. Alexandria, v. 25, n. 4, p. 460–462, 1990. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.25.4.460>
- DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Colored plastic mulches and tomato morphogenesis. In: **PROC. Natl. Agr. Plastics Conf.** v. 19, p. 240–248, 1986. Disponível em: http://php.scripts.psu.edu/users/d/r/drd10/Site/Publications_files/ColoredMulchesTomatoMorph.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; DANIELS, D. D.; HUNT, P. G. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 34, p. 169–175, 1988. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90089-1](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90089-1)

DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 114, n. 2, p. 216–219, 1989. Disponível em: http://www.personal.psu.edu/drd10/Site/Publications_files/MulchColorTomatoYield.pdf. Acesso em: 10 out. 2017.

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Root zone temperature, plant growth and yield of broccoli [*Brassica oleracea* (Pleck) var *italica*] as affected by plastic film mulches. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 123, p. 156–163, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.08.014>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BATAL, K. D. Colored plastic film mulches affect tomato growth and yield via changes in root-zone temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 127, n. 1, p. 127–136, 2002. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.1.127>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BATAL., K. D.; GRANBERRY, D.; BERTRAND, D.; GIDDINGS, D. Growth and yield of tomato on plastic film mulches as affected by tomato spotted wilt virus. **HortScience**. Alexandria, v. 38, n. 3, p. 395 – 399, 2003. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.3.395>

DÍAZ-PÉREZ, J. C.; GITAITIS, R.; MANDAL, B. Effects of plastic mulches on root zone temperature and on the manifestation of tomato spotted will symptoms and yield of tomato. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 114, p. 90–95, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.013>

DÍAZ-PÉREZ, J. C. Bell pepper (*Capsicum annum* L.) grown on plastic film mulches: effects on crop microenvironment, physiological attributes, and fruit yield. **HortScience**. Alexandria, v. 48, n. 5, p. 1196–1204, 2010. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/45/8/1196>. Acesso em: 10 out. 2017.

DIELEMAN, J. A.; HEUVELINK, E. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. **Journal of Horticultural Science**. [S.l.], v. 67, n. 1, p. 1–10, 1992. <https://doi.org/10.1080/00221589.1992.11516214>

FAN, Y.; DING, R.; KANG, S.; HAO, X.; DU, T.; TONG, L.; LI, S. Plastic mulch decreases available energy and evapotranspiration and improves yield and water use efficiency in a irrigated maize cropland. **Agricultural water management**. Spain, v. 179, p. 122–131, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.019>

FILIPOVIĆ, V.; ROMIĆ, D.; ROMIĆ, M.; BOROŠIĆ, J.; FILIPOVIĆ, L.; MALLMANN, F. J. K.; ROBINSOND, D. A. Plastic mulch and nitrogen fertigation in growing vegetables modify soil temperature, water and nitrate dynamics: Experimental results and a modeling study. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 176, p. 100–110, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.020>

FRANQUERA, E. N. Influence of different colored plastic mulch on the growth of lettuce (*Lactuca sativa*). **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**. Tehran, v. 1, n. 2, p. 97–104, 2011. Disponível em: <http://www.sid.ir/En/Journal/ViewPaper.aspx?ID=231720>. Acesso em: 20 mar. 2015.

GINEGAR POLYSACK. **Filmes para cobertura de solo *Mulch More*®**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.ginegar.com.br/galeria/mulch-more.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

GOMES, A. S.; SILVA, M. C.; FERREIRA, T. D.; YURI, J. E.; COSTA, N. D.; RESENDE, G. M.; AMORIM NETO, P. S. Desempenho de cultivares de minitomate em condições de inverno no Submédio São Francisco. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO*, 9., 2014, Petrolina. **Anais [...]** Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 205–210, 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1013507>. Acesso em: 29 jan. 2018

GREER, L.; DOLE, J. M. Aluminum foil, aluminum-painted, plastic, and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. **HortTechnology**. Alexandria, v. 13, n. 2, p. 276–284, 2003. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.13.2.0276>

HAM, J. M.; KLUITENBERG, G. J. Modeling the effect of mulch optical properties and mulch-soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. *In: Agricultural and Forest Meteorology*. [S.l.], v. 71, n. 3–4, p. 403–424, 1994. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(94\)90022-1](https://doi.org/10.1016/0168-1923(94)90022-1)

HAM, L. M.; KLUITENBERG, G. J.; LAMONT, W. J. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 118, n. 2, p. 188–193, 1993. <https://doi.org/10.21273/JASHS.118.2.188>

HOU, X.; WANG, F.; HAN, J.; KANG, S.; FENG, S. Duration of plastic mulch for potato growth under drip irrigation in an arid region of Northwest China. **Agricultural and Forest Meteorology**, [S.l.], v. 150, p. 115–121, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.09.007>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola-Abril 2018**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 01 maio 2018.

JAYAKUMAR, M.; JANAPRIYA, S.; SURENDRAN, U. Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient use efficiency and economic benefits. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 182, p. 87–93, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.12.012>

KASPERBAUER, M. J. Far-Red Light Reflection from Green Leaves and Effects on Phytochrome-Mediated Assimilate Partitioning under Field Conditions. **Plant Physiology**. Bethesda, v. 85, n. 2, p. 350–354, 1987. <https://doi.org/10.1104/pp.85.2.350>

KASPERBAUER, M. J. Phytochrome involvement in regulation of the photosynthetic apparatus and plant adaptation. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S.l.], v. 26, n. 4, p. 519–524, 1988. Disponível em:
<https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=18394&content=PDF>.
Acesso em: 29 jan. 2018.

KASPERBAUER, M. J.; LOUGHRIN, J. H.; WANG, S. Y. Light reflected from red mulch to ripening strawberries affects aroma, sugar and organic acid concentrations. **Photochemistry and Photobiology**. [S.l.], v. 74, n. 1, p. 103–107, 2001.
[https://doi.org/10.1562/0031-8655\(2001\)074<0103:LRFMT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1562/0031-8655(2001)074<0103:LRFMT>2.0.CO;2)

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soil-borne pathogens. **Phytopathology**. Saint Paul, v. 66, p. 663–668, 1976.
<https://doi.org/10.1094/Phyto-66-683>

KHAN, M. N.; AYUB, G.; ILYAS, M.; KLAN, M.; HAQ, F. U.; ALI, J.; ALAM, A. Effect of different mulching materials on weeds and yield of chili cultivar. **Pure and Applied Biology**. Quetta, v. 5, n. 4, p. 1160–1170, 2016.
<https://doi.org/10.19045/bspab.2016.50139>

KUMAR, S.; DEY, P. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water use efficiency and yield of strawberry. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 127, n. 3, p. 318–324, 2011.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.023>

LAMENT JR., W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. **HortTechnology**. Alexandria, v. 3, n. 1, p. 35–39, 1993.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.3.1.35>

LAMONT JR., W. J. Plastic mulches for the production of vegetable crops. A guide to the manufacture, performance, and potential of plastics in agriculture. **Plastics Design Library**. [S.l.], p. 45–60, 2017. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102170-5.00003-8>

LIAKATAS, A.; CLARK, J. A.; MONTEITH, J. L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. **Agricultural and Forest Meteorology**. [S.l.], v. 36, p. 227–239, 1986. [https://doi.org/10.1016/0168-1923\(86\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0168-1923(86)90037-7)

LIMA, E. M. C.; CARVALHO, J. A.; VIOL, M. A.; REZENDE, F. C.; THEBALDI, M. S.; DIOTTO, A. D. Economic analysis of irrigated melon cultivated in greenhouse with and without soil plastic mulching. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 21, n. 7, p. 471–475, 2017.
<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p471-475>

LIU, C. A.; JIN, S. L.; ZHOU, L. M.; JIA, Y.; LI, F. M.; XIONG, Y. C.; LI, X. G. Effects of plastic film mulch and tillage on maize productivity and soil parameters. **European Journal of Agronomy**. [S.l.], v. 31, p. 241–249, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2009.08.004>

- LIU, X. E.; LI, X. G.; GUO, R. Y.; KUZYAKOV, Y.; LI, F. M. The effect of plastic mulch on the fate of urea-N in rain-fed maize production in a semiarid environment as assessed by ¹⁵N-labeling. **European Journal of Agronomy**. [S.l], v. 70, p. 71–77, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.07.006>
- LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Dry mass and nutrients accumulation by tomato 'SM-16' cultivated in different mulching. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, p. 401–409, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000300010>
- MCLEAN, G. D.; BURT, J. R.; THOMAS, D. W.; SPROUL, A. N. The use of reflective mulch to reduce the incidence of watermelon mosaic virus in Western Australia. **Crop Protection**. London, v. 1, n. 4, p. 491–496, 1982. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(82\)90030-8](https://doi.org/10.1016/0261-2194(82)90030-8)
- MORENO, M. M.; MORENO, A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 116, p. 256–263, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.01.007>
- MORENO, M. M.; MORENO, A.; MANCEBO, I.; Comparison of different mulch materials in a tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop. **Spanish Journal of Agricultural Research**. Madrid, v. 7, n. 2, p. 454–464, 2009. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009072-1500>
- NEGREIRA. **Biodegradáveis**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://negreira.com.br/biodegradaveis>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- NEGRISOLI, R. M.; CECHINATTO, F. H.; BISSOLI, M. J.; ROSESTOLATO, L. L. R.; SABBAG, O. J. Viabilidade econômica no cultivo de minitomate sweet grape no município de Casa Blanca/SP. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 11, n. 21, p. 1932–1942, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/agrar.htm>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- NGOUAJIO, M.; ERNEST, J. Changes in physical, optical, and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. **HortScience**. Alexandria, v. 40, n. 1, p. 94–97, 2005. Disponível em: <http://hortsci.ashspublications.org/content/40/1/94>. Acesso em: 10 out. 2017.
- NORTENE. **Mulching**, Barueri, 2018. Disponível em: <http://nortene.com.br/mulching/>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- RAMAKRISHNA, A.; TAM, H. M.; WANI, S. P.; LONG, T. D. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 95, p. 114–125, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.030>

- RIBAS, G. G.; STRECK, N. A.; SILVA, S. D.; ROCHA, T. S. M.; LANGNER, J. A. Effect of irrigation and mulching on soil temperature. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 35, n. 5 p. 817–828, 2015.
<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p817-828/2015>
- SHIUKHY, S.; SARJAZ, R. M.; CHALAVI, V. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. **International Journal of Biometeorology**. [S.], v. 59, n. 8, p. 1061–1066, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0919-0>
- SILVA, E. M.; ASSUNÇÃO, W. L. O clima na cidade de Uberlândia – MG. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, v. 16, n. 30, 2004. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9181/5646>. Acesso em: 27 mar. 2016.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças, 2000, 168p.
- SNYDER, K.; GRANT, A.; MURRAY, C. WOLFF, B. The effects of plastic mulch systems on soil temperature and moisture in Central Ontario. **HortTechnology**. Alexandria, v. 25, n. 2, p. 162–170, 2015.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.2.162>
- STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES INC. **SPSS statistics for Windows, version 17.0**. Chicago: SPSS Inc, 2008.
- STEINMETZ, Z.; WOLLMANN, C.; SCHAEFER, M.; BUCHMANN, C.; DAVID, J.; TRÖGER, J.; MUÑOZ, K.; FRÖR, O.; SCHAUMANN, G. E. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? **Science of the Total Environment**. [S.], v. 550, p. 690–705, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.153>
- SUWWAN, M. A.; AKKAWI, M.; AL-MUSA, A. M.; MANSOUR, A. Tomato performance and incidence of Tomato Yellow Leaf Curl (TYLC) Virus as affected by type of mulch. **Scientia Horticulturae**. Amsterdam, v. 37, n. 1–2, p. 39–45, 1988.
[https://doi.org/10.1016/0304-4238\(88\)90149-5](https://doi.org/10.1016/0304-4238(88)90149-5)
- TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A. I. I. Production and quality of mini tomato in organic system with to stems conduction and top pruning. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 33, n. 4, p. 515–520, 2015.
<https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000400018>
- TARARA, J. M. Microclimate modification with plastic mulch. **HortScience**. Alexandria, v. 35, n. 2, p. 169–180, 2000. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.35.2.169>
- TEASDALE, J. R.; ABDUL-BAKI, A. A. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v. 120, n. 5, p. 848–853, 1995.
<https://doi.org/10.21273/JASHS.120.5.848>

WANG, L.; LI, X. G.; LV, J.; FU, T.; MA, Q.; SONG, W. WANG, Y. P.; LI, F. M. Continuous plastic-film mulching increases soil aggregation but decreases soil pH in semiarid areas of China. **Soil and Tillage Research**. London, v. 167, p. 46–53, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.11.004>

YAGHI, T.; ARSLAN, A.; NAOUM, F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 128, p. 149–157, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.06.002>

YURI, J. E.; COSTA, N. C.; LIMA, M. A. C.; RESENDE, G. M.; FERREIRA, T. D.; SILVA, M. C. Mini tomato cultivars for the Sub-mid São Francisco Valley, Brazil. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 29, n. 4. p. 1015–1020, 2016. <https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n427rc>

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Strawberry cultivation with mulch of different colors and installation times on the beds. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30 p. 424–427, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362012000300011>

ZHANG, Y.; WANG, F.; SHOCK, C. C.; YANG, K.; KANG, S.; QIN, J.; LI, S. Effects of plastic mulch on the radiative and thermal conditions and potato growth under drip irrigation in arid Northwest China. **Soil and Tillage Research**. London, v. 172, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.04.010>

ZHAO, H.; XIONG, Y. C.; LI, F. M.; WANG, R. Y.; QIANG, S. C.; YAO, T. F.; MO, F. Plastic film mulch for half growing-season maximized WUE and yield of potato via moisture-temperature improvement in a semi-arid agroecosystem. **Agricultural Water Management**. Spain, v. 104, p. 68–78, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.11.016>