

MARIA CAROLINA GOMES PAIVA

**USO DE COBERTURAS NO CULTIVO DO REPOLHO E SUA INFLUÊNCIA NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA E
TEMPERATURA DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas

Coorientador: Carlos Nick Gomes

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2019**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Paiva, Maria Carolina Gomes, 1994-
P149u Uso de coberturas no cultivo do repolho e sua influência no
2019 controle de plantas daninhas, eficiência no uso da água e
 temperatura do solo / Maria Carolina Gomes Paiva. – Viçosa,
 MG, 2019.
 66 f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Francisco Claudio Lopes de Freitas.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Brassica oleracea*. 2. Cobertura dos solos. 3. Filmes plásticos. 4. Papel. 5. Água - Consumo. 6. Solos - Temperatura.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Agronomia.
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.34

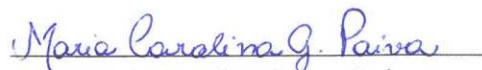
MARIA CAROLINA GOMES PAIVA

**USO DE COBERTURAS NO CULTIVO DO REPOLHO E SUA INFLUÊNCIA NO
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA E
TEMPERATURA DO SOLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 01 de novembro de 2019.

Assentimento:



Maria Carolina Gomes Paiva

Autora



Francisco Cláudio Lopes de Freitas

Orientador

A Deus, aos meus pais Geraldo e
Célia e a minha sobrinha e
afilhada Ísis

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que superei na vida, por me abençoar muito mais do que eu mereço e por Teus planos serem maiores do que os meus sonhos.

A Nossa Senhora Aparecida por nunca ter me abandonado, sempre iluminando o meu caminho.

Aos meus pais Geraldo e Célia pelo carinho, apoio e amor incondicional.

A minha sobrinha e afilhada Ísis por trazer mais alegria para minha vida.

Ao professor e orientador Francisco Cláudio Lopes de Freitas pelo suporte, apoio, dedicação e orientação.

Ao professor e coorientador Carlos Nick Gomes pela paciência, dedicação e contribuição.

Aos amigos Rodrigo Faria, Wendel, Rodrigo Cabral, Luciane, Matheus França, Úrsula, Larissa, Laís, Edvaldo, Marina, Brenda, Hugo, Christiano, Agnaldo, Ranielli, Saulo, Sara e Cristiane pelo carinho, acolhimento e apoio na execução dos experimentos. Serei eternamente grata!

Aos professores e a toda equipe do Manejo Integrado de Plantas Daninhas pela dedicação, conhecimentos compartilhados e paciência.

Aos funcionários da Horta Velha e do Vale da Agronomia pela ajuda na execução dos trabalhos em campo e pela amizade.

A Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Agronomia e ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia por todo o apoio, estrutura e oportunidade de cursar o mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa de Estudo e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste sonho o meu MUITO OBRIGADA! O sentimento que sempre irei carregar comigo é o de GRATIDÃO.

“Deus nunca disse que seria fácil. Mas disse que seria possível.
Suportai-vos. Porque suportar também é uma forma de amar.”

(Thiago Bravo)

RESUMO

PAIVA, Maria Carolina Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2019. **Uso de coberturas no cultivo do repolho e sua influência no controle de plantas daninhas, eficiência no uso da água e temperatura do solo.** Orientador: Francisco Cláudio Lopes de Freitas. Coorientador: Carlos Nick Gomes.

A cadeia produtiva de hortaliças tem passado por importantes desafios nos últimos anos, dentre os quais se destaca a melhoria na eficiência no uso da água de irrigação e a necessidade da redução do consumo de agrotóxicos. A cobertura do solo com materiais orgânicos ou inorgânicos tem se mostrado como alternativa viável na economia de água na irrigação e no controle de plantas daninhas, com conseqüente redução no consumo de herbicidas. No entanto, as características do material empregado na cobertura podem influenciar na temperatura do solo e conseqüentemente no crescimento e produtividade da cultura. Diante disso, nesta pesquisa avaliou-se o efeito de estratégias de cobertura do solo sobre o controle de plantas daninhas, eficiência no uso da água, temperatura do solo e produtividade do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) em duas épocas do ano com temperaturas amenas e temperaturas elevadas no início do ciclo da cultura. Foram avaliadas cinco estratégias de cobertura do solo (cobertura do solo com filme de polietileno preto, cobertura do solo com filme de polietileno branco, cobertura do solo com papel reciclado, sem cobertura do solo com capinas e sem cobertura do solo sem capina) na cultura do repolho em duas épocas de cultivo: outono-inverno (temperaturas amenas) e verão-outono (temperaturas elevadas), cujas informações estão apresentadas em dois capítulos. No primeiro, foram avaliados os efeitos da cobertura do solo sobre o controle de plantas daninhas e eficiência no uso da água. E no segundo, foram avaliados os efeitos da cobertura do solo sobre a temperatura e amplitude térmica do solo e a produtividade do repolho. As coberturas do solo promoveram controle eficiente de plantas daninhas em ambos os ciclos. O filme de polietileno preto ou branco melhoraram a eficiência no uso da água quando o repolho foi cultivado em época do ano com temperaturas amenas, no entanto, em condições de temperaturas elevadas promoveram economia de água, mas reduziram a produtividade do repolho. A cobertura do solo com papel reciclado melhorou a eficiência no uso da água de irrigação independente da época de cultivo. Maiores taxas de aquecimento e amplitude térmica do solo foram constatadas no solo coberto com filme de polietileno preto, seguida do filme de polietileno branco, as quais foram benéficas quando a cultura foi implantada no outono-inverno. Entretanto, no cultivo de verão-outono, a elevação excessiva da temperatura do solo resultou em redução no estande final e menor crescimento das plantas, em

relação ao solo sem cobertura com capinas e coberto com papel reciclado. A cobertura do solo com papel reciclado obteve menor índice de aquecimento e amplitude térmica do solo nas duas épocas de cultivo. A cobertura do solo é uma estratégia eficaz para o aumento da eficiência do uso da água e no controle de plantas daninhas. Em condições de temperaturas amenas são recomendadas as coberturas do solo com filme de polietileno preto ou branco ou papel reciclado e em condições de temperaturas elevadas o papel reciclado é a melhor cobertura.

Palavras-chaves: Amplitude térmica. *Brassica oleracea*. Consumo de água. Filme de polietileno. Papel reciclado.

ABSTRACT

PAIVA, Maria Carolina Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2019. **Use of mulches in cabbage cultivation and their influence on weed control, water use efficiency and soil temperature.** Advisor: Francisco Cláudio Lopes de Freitas. Co-advisor: Carlos Nick Gomes.

The vegetable production chain has been facing important challenges in recent years, among them are the improvement in the efficiency of irrigation water use and the need to reduce the consumption of pesticides. Soil mulching with organic or inorganic materials has proven to be a viable alternative in water saving in irrigation and also weed control, with consequent reduction in herbicide consumption. However, the characteristics of the material used for mulching can influence soil temperature and consequently crop growth and yield. Therefore, this research evaluated the effect of soil mulching strategies on weed control, water use efficiency, soil temperature and cabbage yield (*Brassica oleracea* var. *capitata*) at two times of the year with mild temperatures and high temperatures at the beginning of the crop cycle. Five mulching strategies were evaluated (mulching with black polyethylene film, mulching with white polyethylene film, mulching with recycled paper, no mulching with weeding and no mulching without weeding) in the cabbage crop in two growing seasons: autumn-winter (mild temperatures) and summer-autumn (high temperatures), whose information is presented in two chapters. In the first, the effects of soil mulching on weed control and water use efficiency were evaluated. And in the second, the effects of soil mulching on temperature and thermal amplitude of the soil and also cabbage yield were evaluated. The mulches promoted efficient weed control in both cycles. Black or white polyethylene film improved water use efficiency when the cabbage was grown at the time of the year with mild temperatures, however, under high temperature conditions both films promoted water savings but reduced cabbage productivity. Soil mulching with recycled paper improved irrigation water use efficiency regardless of the growing season. Higher rates of heating and thermal amplitude of the soil were found in the soil mulched with black polyethylene film, followed by white polyethylene film, which were beneficial when the crop was implanted in autumn-winter. However, in summer-fall cultivation, excessive soil temperature elevation resulted in a reduction in the final stand and lower plant growth in relation to the soil without weeding and covered with recycled paper. The mulch with recycled paper obtained lower rates of heating and thermal amplitude of the soil in both growing seasons. Soil mulching is an effective strategy for increasing water use efficiency and weed

control. Under mild conditions, mulching with black or white polyethylene film or recycled paper is recommended, and under high temperatures recycled paper is the best mulch.

Keywords: Thermal amplitude. *Brassica oleracea*. Water consumption. Polyethylene film. Recycled paper.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO I: COBERTURA DO SOLO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA NA CULTURA DO REPOLHO	18
RESUMO	18
ABSTRACT	20
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	22
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	35
CONCLUSÕES	39
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE	43
CAPÍTULO II: TEMPERATURA DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO REPOLHO EM CULTIVOS DE OUTONO-INVERNO E VERÃO-OUTONO COM DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO	44
RESUMO	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS.....	47
RESULTADOS	50
DISCUSSÃO	59
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICE	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS	66

INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva brasileira de hortaliças tem passado por importantes transformações nos últimos anos, possibilitando evoluções tecnológicas e estruturais para elevar a sua competitividade (SILVA et al., 2015). A produção de hortaliças no Brasil movimentava anualmente 55 bilhões de reais, em uma área plantada de 752.243 hectares, com produção de 17,8 milhões de toneladas (IBGE, 2016). O estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor de hortaliças do país, correspondendo a 14 % do total produzido (ANUÁRIO..., 2017).

Dentre as hortaliças ofertadas aos consumidores, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é a de maior importância econômica entre as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea* (MONTEIRO et al., 2015). É uma hortaliça herbácea, com folhas arredondadas e cerosas, cujo embricamento das folhas formam a cabeça que é parte comestível da planta (MEDEIROS et al., 2004). O repolho constitui-se em alimento de excelente qualidade, apresentando teores apreciáveis de β -caroteno, cálcio e de vitamina C, além de possuir propriedades antioxidantes (FERREIRA et al., 2002).

É uma cultura bienal, originalmente de regiões de clima temperado, se desenvolvendo melhor em temperaturas entre 15 e 20 °C, com considerável tolerância a geadas (FILGUEIRA, 2007). O repolho tem seu desenvolvimento influenciado pelas condições de umidade do solo, em virtude da sua grande capacidade transpiratória, demandando elevada quantidade de água durante todo o ciclo (MAROUELLI et al., 2010). De acordo com Silva (2013), a escassez de água durante o período de formação da cabeça pode resultar em produtos menores e de baixo valor comercial. Também pode ocorrer rachaduras em situações em que houver grande flutuação na frequência da irrigação (LUZ et al., 2002). Dessa forma, um dos grandes desafios durante o desenvolvimento do repolho é a eficiência no uso da água na irrigação (MAROUELLI et al., 2010).

A eficiência no uso da água na irrigação, que se refere ao rendimento total da colheita por quantidade de água utilizada, é influenciada pelo método de irrigação adotado, pela lâmina de água aplicada na irrigação e pela capacidade de armazenamento de água do solo (COELHO et al., 2013). A capacidade de armazenamento de água do solo é favorecida pelo aumento da infiltração e pela redução da taxa de evaporação, que pode ser obtida por meio de estratégias como a utilização de coberturas do solo (COELHO et al., 2013).

A prática de cobertura do solo consiste na deposição sobre a superfície do solo, de uma camada protetora formada por materiais de origem vegetal (SAMPAIO & ARAÚJO, 2001) ou

sintéticos (GASPARIN et al., 2005). Os materiais de origem vegetal mais utilizados são as palhas, folhas e serragens. No entanto, devido à necessidade de grandes quantidades desses materiais orgânicos e de mão de obra, ocorre a elevação do custo da produção. Já os materiais sintéticos mais utilizados são os filmes de polietileno preto ou branco. Porém o uso do papel reciclado compõe excelente alternativa por ser biodegradável (FREITAS, 2017).

O filme de polietileno preto, o filme de polietileno branco e o papel reciclado têm assumido importante função na cobertura dos solos, devido a sua praticidade de colocação (SGANZERLA, 1991, FREITAS, 2017). Ademais, o uso de cobertura do solo com filmes de polietileno e papeis podem apresentar importantes resultados na diminuição das perdas de água por evaporação (TEÓFILO et al., 2012; FREITAS, 2017). As coberturas do solo impedem que parte da radiação solar chegue diretamente ao solo, ocasionando a diminuição da evaporação da água e manutenção da umidade do solo por mais tempo, elevando a eficiência no uso da água (CHAKRABORTY et al., 2010; FREITAS, 2017).

Além de proporcionar redução do consumo de água, o uso de cobertura do solo também pode propiciar importantes resultados com relação à supressão de plantas daninhas, por criar uma barreira física, reduzindo ou impedindo o crescimento de plântulas (COELHO et al., 2013). As plantas daninhas interferem negativamente na produtividade do repolho, uma vez que competem com a cultura por água, luz e nutrientes e são hospedeiras de pragas e doenças (MAROUELLI et al., 2010).

O controle de plantas daninhas em áreas cultivadas com repolho é realizado basicamente por meio de capinas manuais. Todavia, este método é limitado devido à grande exigência de mão de obra. O controle químico, praticamente não é utilizado, em razão da baixa disponibilidade de herbicidas registrados e pela preocupação da população em consumir alimentos com menor uso de agroquímicos, principalmente hortaliças consumidas *in natura* (BARBOSA et al., 2011).

A preocupação com a escassez de água no mundo, a exigência por alimentos de melhor qualidade e a preocupação com o ambiente, tem incentivado os produtores a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes quanto ao consumo de água e o uso racional de agroquímicos (FREITAS, 2017). Desse modo, tem se procurado técnicas alternativas sustentáveis baseadas nos princípios da agroecologia, que contribuem para a conservação do solo, além de serem eficientes no controle de plantas daninhas, e que ocasionem redução da perda de água do solo por evaporação, como as coberturas do solo (SOUZA et al., 2017; FREITAS, 2017).

No entanto, as coberturas do solo, dependendo do material e coloração, apresentam maior ou menor capacidade de transmitir energia calorífica e radiações visíveis (SGANZERLA, 1991). As coberturas de cores escuras, absorvem mais radiação de ondas curtas do que as cores claras, aumentando o saldo de radiação na superfície, o que propicia o aquecimento do solo (IBARRA-JIMÉNEZ et al., 2008).

A temperatura do solo influencia os processos físicos, químicos e biológicos no sistema solo-planta (ROSSETO et al., 2017), destacando-se a germinação de sementes, emergência de plântulas, crescimento e desenvolvimento da parte aérea e de raízes (CONCEIÇÃO et al., 2000) e atividade de microrganismo no solo (SCHIMEL et al., 2017). De acordo com Zwirtes (2017) a temperatura do solo estando abaixo ou acima da temperatura ótima para o desenvolvimento das plantas pode afetar negativamente a produtividade dos cultivos agrícolas.

Em épocas com temperaturas amenas, o aumento da temperatura do solo ocasionado pelo filme de polietileno pode aumentar a produção das culturas, em razão, da maior absorção de água e de nutrientes pelas raízes (ARAUJO, 2011). No entanto, em condições de temperatura elevada, pode ocorrer a diminuição do crescimento das plantas em função de afetar a atividade microbiana do solo (COELHO et al., 2013; CUNHA et al., 2014, FREITAS, 2017) e favorecer a ocorrência de doenças radiculares causadas por patógenos termotolerantes (LINHARES et al., 2018).

Em face ao exposto, fica evidente que a utilização de coberturas do solo pode levar à economia de água de irrigação, além de diminuir a necessidade da realização de capinas manuais e aplicações de herbicidas, poupando mão-de-obra e equipamentos o que diminui o custo de produção e propicia a produção de alimentos de forma sustentável (JENNI et al., 2004), porém dependendo do material e da sua coloração, pode haver influência na temperatura do solo e conseqüentemente na produtividade da cultura (SCHIRMEL et al., 2017).

Todavia, trabalhos que envolvem o estudo dos efeitos da cobertura do solo com papel reciclado, filme de polietileno preto e filme de polietileno branco sobre o controle de plantas daninhas, economia de água, temperatura do solo e produtividade na cultura do repolho são escassos, tornando-se necessários estudos para fornecer informações técnicas seguras.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito das coberturas do solo sobre o controle de plantas daninhas, eficiência no uso da água, temperatura do solo e produtividade no cultivo do repolho.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul, RS. 2017. 60 p.

ARAÚJO, A. P. **Produção, qualidade e efeitos microclimáticos no cultivo de tomate industrial em diferentes coberturas do solo no município de Baraúna, RN.** 2011. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.

BARBOSA, S.C.; MATTEUCCI, M. B. A.; LEANDRO, W. M.; LEITE, A. F.; CAVALCANTE, E. L. S.; ALMEIDA, G. Q. E. Perfil do consumidor e oscilações de preços de produtos agroecológicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 602-609, out./dez. 2011.

CHAKRABORTY, D.; GARG, R. N.; TOMAR, R.K.; SINGH, R.; SHARMA, S.K.; SINGH, R.K.; SHARMA, P.K.; KAMBLE, K.H. Synthetic and organic mulching and nitrogen effect on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. **Agricultural Water Management**, v.97, p.738-748. 2010.

COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J.L.X.L.; MEDEIROS, J.F.; SILVA, M.G.O. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.741-749, 2013.

CONCEIÇÃO, M. J.; WOHLBERG, E. V.; ZIMMERMANN, F. L.; CARLESSO, R.; REICHERT, J. M. Temperatura, umidade do solo e emergência de milho em diferentes sistemas de manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2000. Ilhéus. **Anais**. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

CUNHA, J. L. X. L.; FREITAS, F. C. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FONTES, L. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; GUIMARÃES, L. M. S. Comunidade microbiana do solo cultivado com pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional associado ao manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.3, p.543-554, 2014.

FERREIRA, W. R.; RANAL M. A.; FILGUEIRA F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve da malásia. **Horticultura Brasileira** v. 20, p. 635-640, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 3.ed. Viçosa: UFV,421p, 2007.

FREITAS, A. R. J. **Potencial do papel no cultivo da alface visando controle de plantas daninhas, temperatura e perda de água.** 2017. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa. 2017.

GASPARIN, E.; PRANDINI RICIERI, R.; LIMA SILVA, S.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 107-114, 2005.

IBARRA-JIMÉNEZ, L.; ZERMENÃO-GONZÁLEZ, A.; MUNGUÍA-LÓPEZ, J.; QUEZADA-MARTÍN, M. A. R.; ROSA-IBARRA, M. Photosynthesis, soil temperature and

yield of cucumber as affected by colored plastic mulch. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science**, v.58, p.372-378. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2016.

JENNI, S.; BRAULT, D.; STEWART, K. A. Degradable mulch as an alternative for weed control in lettuce produced on organic soils. **Acta Horticulturae**, v, p 118. 2004.

LINHARES, C. M. S.; FREITAS, F. C. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S.; SILVA, K. S. Efeito de coberturas do solo sobre a podridão cinzenta do caule em *Vigna unguiculata*. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 44, n. 2, p. 148-155, 2018.

LUZ, F. J. F.; SABOYA, R. C. C; PEREIRA, P. R. V. S. **O cultivo do repolho em Roraima**. Boa vista. Embarpa, 2002. 16p. (Embrapa, Circular técnica 07/2002).

MAROUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, AUREO S.; SOUZA, R. F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília , v. 45, n. 4, p. 369-375, Apr. 2010.

MEDEIROS, P. T., DIAS, J. M. C. S., BARRETO, E. G., SILVEIRA, C. M. S.; MONNERAT, R. G. **Susceptibilidade da traça-das-crucíferas a produtos formulados a base de *Bacillus thuringiensis* na cultura do repolho no Distrito Federal**. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 10p. (Comunicado Técnico 109). 2004.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, F. G. B. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 123 - 129, abril - junho, 2016.

MONTEIRO, A. V. V. M.; VEGRO, C. L. R; FERREIRA, C. R. R. P. **A Produção da Agropecuária Paulista: considerações frente à anomalia climática**. Instituto de Economia Agrícola, 2015. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13660>> Acesso em: 05 de jan. 2019.

ROSSETO, R. E.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; CHANG, P. Temperatura do solo e desenvolvimento de cultivos agrícolas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.6, n. especial, p.95-103, 2017.

SAMPAIO, R. A.; ARAÚJO, W. F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. **Agropecuária Técnica**. Areia – PB, v. 22, n ½, p. 1-12, 2001.

SCHIRMEL, J.; ALBERT, J.; KURTZ, M. P.; MUNOZ, K. Plasticulture changes soil invertebrate assemblages of strawberry fields and decreases diversity and soil microbial activity. **Applied Soil Ecology** (2017), <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.11.025>.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: A fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 4a ed. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha, 1991. 303p.

SILVA, C. A. R. **Efeito do cultivo consorciado na produtividade do repolho, viabilidade econômica do sistema e manejo de pragas.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 113 p. Dissertação de Mestrado.

SILVA, W. F.; MARQUES, D. J.; SILVA, E. C.; BIANCHINI, H. C.; ISHIMOTO, F. A.; PEREIRA JÚNIOR, M. J. F. Diagnóstico da produção de hortaliças na região metropolitana de Belo Horizonte. **Horticultura Brasileira**, 33: 368-372, 2015.

SOUZA, C. A.; NUNES, P. O.; SOUZA, G. F.; CASTRO, M. S. Cultivo orgânico de cebolinha (*Allium fistulosum* L.) sob diferentes manejos de cobertura de solo. **Anais de seminário de iniciação científica**. n. 21, p. 4, 2017.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q.; RODRIGUES, A. P. M. S. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.

ZWIRTES, A. L. **Medição e simulação da temperatura e conteúdo de água em argissolo sob resíduos de aveia.** 2017. 123p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

CAPÍTULO I:

COBERTURA DO SOLO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA NA CULTURA DO REPOLHO

Resumo - O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é uma hortaliça cultivada predominante em propriedades de agricultura familiar durante todo o ano. Entre os grandes desafios no cultivo dessa hortaliça, está o controle de plantas daninhas e a otimização no consumo de água. A cobertura do solo com materiais orgânicos ou inorgânicos tem se mostrado como alternativa viável no manejo de plantas daninhas e na redução do consumo de água. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de coberturas do solo no controle de plantas daninhas e na eficiência no uso da água no cultivo do repolho em diferentes épocas de cultivo. Foram conduzidos dois experimentos: ciclo outono-inverno (junho a setembro) e ciclo verão-outono (março a junho). Foram avaliados cinco tratamentos (cobertura do solo com filme de polietileno preto, com filme de polietileno branco, com papel reciclado, sem cobertura do solo com capinas e sem cobertura do solo sem capina). A irrigação foi realizada por gotejamento com base na tensão de água no solo. Foram avaliados a densidade e acúmulo de matéria seca de plantas daninhas, a produtividade, consumo de água e a eficiência no uso da água. As coberturas do solo promoveram controle eficiente de plantas daninhas em ambos os ciclos. A cobertura do solo com filme de polietileno preto ou filme de polietileno branco melhoraram a eficiência no uso da água quando o repolho foi cultivado no outono-inverno. A cobertura do solo com papel reciclado melhorou a eficiência no uso da água independente da época de cultivo. No ciclo verão-outono os filmes de polietileno preto e branco promoveram economia de água, mas reduziram a produtividade do repolho. No cultivo de outono-inverno, a cobertura do solo com filme de polietileno preto, branco e papel reciclado resultaram em economia de 7,28; 7,46 e 4,18 L de água/kg de repolho, respectivamente e, no cultivo verão-outono, a cobertura com papel reciclado resultou em economia de 13,47 L de água/kg de repolho, em relação ao solo sem cobertura com capinas. Conclui-se que a cobertura do solo é uma estratégia eficaz para o aumento da eficiência do uso da água e no controle de plantas daninhas. Em condições de temperaturas amenas, recomenda-se a cobertura do solo com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco ou papel reciclado e em condições de temperaturas elevadas, recomenda-se a cobertura do solo com papel reciclado para o cultivo do repolho.

Palavras-chaves: *Brassica oleracea*; consumo de água; filme de polietileno preto; filme de polietileno branco; papel reciclado.

SOIL COVERAGE IN WEEK PLANT CONTROL AND WATER EFFICIENCY IN CABBAGE CULTURE

Abstract - Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) is a cultivated vegetable predominant on family farms all year round. Among the major challenges in growing this vegetable is weed control and optimization of water consumption. Soil mulching with organic or inorganic materials has proven to be a viable alternative to weed management and reduced water consumption. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of soil mulching on weed control and water use efficiency in cabbage cultivation at different growing seasons. Two experiments were conducted: autumn-winter cycle (June to September) and summer-autumn cycle (March to June). Five treatments were evaluated (mulching with black polyethylene film, mulching with white polyethylene film, mulching with recycled paper, no mulching with weeding and no mulching without weeding). Irrigation was performed by drip based on soil water tension. Weed dry matter density and accumulation, yield, water consumption and water use efficiency were evaluated. The mulches promoted efficient weed control in both cycles. Soil mulching with black polyethylene film or white polyethylene film improved water use efficiency when cabbage was grown in the autumn-winter season. Soil mulching with recycled paper improved water use efficiency regardless of growing season. In the summer-autumn cycle, black and white polyethylene films promoted water savings but reduced cabbage productivity. In autumn-winter cultivation, mulching with black, white polyethylene film and recycled paper resulted in savings of 7.28; 7.46 and 4.18 L of water / kg of cabbage, respectively and, in summer-autumn cultivation, mulching with recycled paper resulted in savings of 13.47 L of water / kg of cabbage, compared to soil without mulch with weeding. It is concluded that mulching is an effective strategy for increasing water use efficiency and weed control. Under mild temperatures, mulching with black polyethylene film, white polyethylene film or recycled paper is recommended, and under high temperatures, mulching with recycled paper is recommended for growing cabbage.

Keywords: *Brassica oleracea*; water consumption; black polyethylene film; white polyethylene film; recycled paper.

INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é a hortaliça de maior importância socioeconômica entre as variedades botânicas da espécie *Brassica oleracea* (MONTEIRO et al., 2015). É uma planta herbácea, cujo embricamento das folhas formam a cabeça que é parte comestível da planta (MEDEIROS et al., 2004). O repolho é considerado umas das hortaliças com maior capacidade produtiva por unidade de área, devido a sua alta taxa de crescimento, além de ter alto valor nutritivo (FERREIRA et al., 2002).

É uma espécie cultivada predominante em propriedades de agricultura familiar, durante todo o ano, entretanto, se desenvolve melhor em temperaturas entre 15 e 20 °C (FILGUEIRA, 2007). O repolho é exigente em água, requerendo elevada umidade no solo durante todo o ciclo, em razão, da sua grande capacidade transpiratória (MAROUELLI et al., 2010). A escassez de água, principalmente durante o período de formação da cabeça pode resultar em produtos menores e de baixo valor comercial (SILVA, 2013). Segundo Marouelli et al. (2010) um dos grandes desafios durante o desenvolvimento do repolho é à otimização do uso da água na irrigação, por se tratar também de uma hortaliça consumida *in natura*, requerendo que a água seja de boa qualidade (CARVALHO et al., 2011).

A otimização do uso da água na irrigação é favorecida pela eficiência do método de irrigação adotado e pela aplicação de lâmina de água adequada para atingir elevada produtividade (COELHO et al., 2013). Entretanto, a eficiência no uso da água é também influenciada pela capacidade de armazenamento de água do solo, na qual, é favorecida pelo aumento da infiltração e pela redução da taxa de evaporação, que pode ser obtida por meio de estratégias como a utilização de coberturas do solo (COELHO et al., 2013).

A técnica de cobertura do solo consiste na colocação de uma camada protetora sobre a superfície do solo, seja por materiais de origem vegetal ou sintéticos, que proporciona importante estratégia para redução de perda de água por evaporação e diminuição do consumo de água (SAMPAIO & ARAÚJO, 2001). Dentre as coberturas por materiais sintéticos, os filmes de polietileno na cor preta ou branca são os mais utilizados pelos agricultores. Porém o uso do papel reciclado compõe excelente alternativa por ser biodegradável e poder ser incorporado no solo após o ciclo da cultura (FREITAS, 2017).

Yaghi et al. (2013) avaliando o consumo de água na cultura do pepino, observaram que o uso da cobertura do solo com filme de polietileno reduziu a lâmina de irrigação em 16 % em relação ao cultivo sem cobertura do solo. Freitas (2017) estudando os efeitos da cobertura com

papel reciclado na cultura da alface, verificou redução do consumo de água de irrigação em 37 % ($334,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), quando comparado ao solo sem cobertura com capinas.

Além de reduzir o consumo de água, a cobertura do solo também é uma importante estratégia para o controle de plantas daninhas (TEÓFILO et al., 2012; COELHO et al., 2013). O controle de plantas daninhas em áreas cultivadas com repolho é realizado por meio de capinas manuais. Entretanto, este método é limitado em razão da grande exigência de mão de obra. O controle químico, praticamente não é utilizado, em razão da baixa disponibilidade de herbicidas registrados e também, pela preocupação da população em consumir produtos com menor uso de agroquímicos (BARBOSA et al., 2011).

Sampaio & Araújo (2001) verificaram que a cobertura do solo promoveu redução na densidade populacional de plantas daninhas quando comparado ao solo sem cobertura. Teófilo et al. (2012) também observaram que o filme de polietileno propiciou controle eficiente das plantas daninhas, além de reduzir o consumo de água em 23 % ($388,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) em relação ao tratamento sem cobertura com capinas, na cultura do melão. Todavia trabalhos que envolvem o estudo dos efeitos da cobertura do solo no controle de plantas daninhas e na economia de água no cultivo do repolho são escassos, tornando-se necessários estudos para fornecer informações técnicas que sejam aplicáveis em sistemas convencionais e sistemas agroecológicos.

Em face ao exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o uso das coberturas do solo sobre o controle de plantas daninhas e na eficiência no uso da água no cultivo do repolho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos: ciclo de outono-inverno (junho a setembro de 2018) e ciclo de verão-outono (março a junho de 2019). Ambos foram realizados na Unidade de Ensino e Pesquisa da Horta Velha, pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa - MG, situado em $20^\circ 45'S$ e $42^\circ 51'W$, com a altitude de 651 m. Os dados climatológicos, como temperaturas máxima, média e mínima, e precipitação pluvial durante os períodos experimentais estão apresentados na Figura 1.

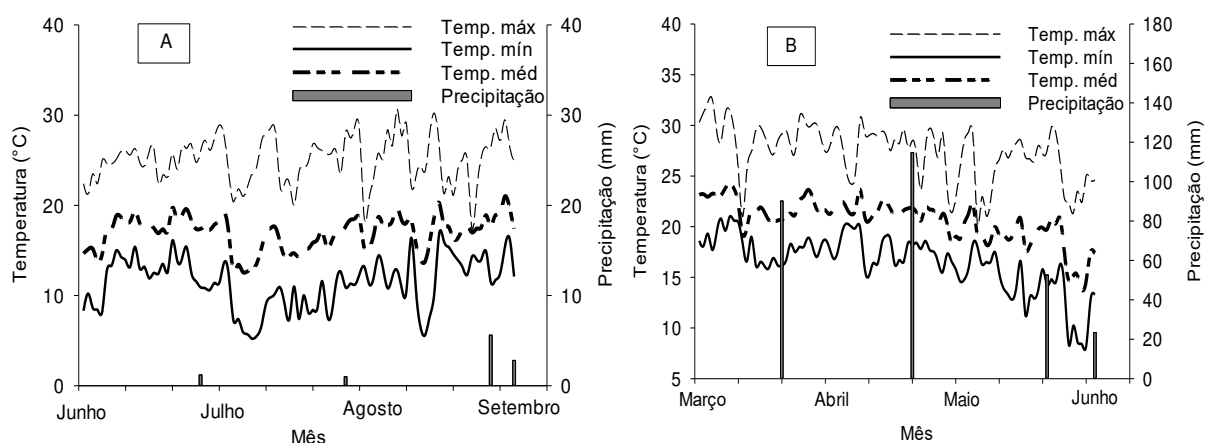


Figura 1: Temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial durante o ciclo outono-inverno, 2018 (A) e durante o ciclo verão-outono, 2019 (B). Fonte: INMET, 2019.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, onde foram avaliados cinco tratamentos [solo coberto com filme de polietileno preto (25 micras); solo coberto com filme de polietileno branco (25 micras); solo coberto com papel reciclado (gramatura 131 g m⁻²); solo sem cobertura com capinas e solo sem cobertura sem capina].

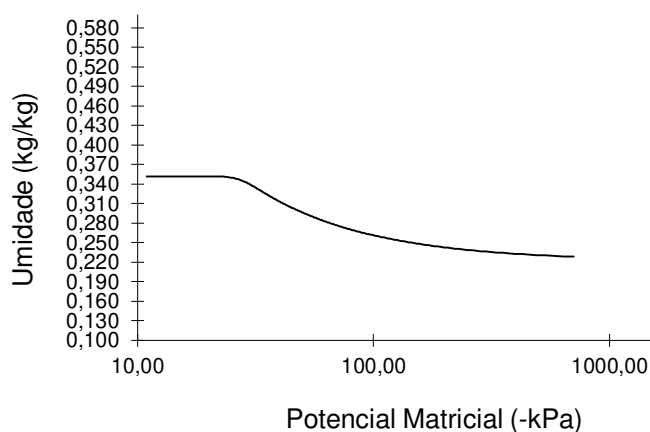
O preparo do solo foi realizado por meio de uma aração e duas gradagens. Posteriormente, foram construídos camalhões com aproximadamente 0,20 m de altura, espaçados entre si de 0,8 m.

Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para realização de análises físicas e químicas (Tabela 1) e na profundidade de 0-15 cm para obtenção da curva característica de água no solo (Figura 2), com base na metodologia proposta pela Embrapa (1997). A curva característica de água no solo foi ajustada usando-se o modelo matemático de Van Genuchten (1980).

Tabela 1: Resultados das análises químicas e físicas do solo.

Características químicas													
pH	P	K ⁺	B	Fe	Mn	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al	T	SB	MO	P-Rem
(H ₂ O)	-----(mg dm^{-3})-----					-----($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)-----				-----(dag kg^{-1})-----			
5,9	82,1	240	0,4	65,3	88,6	3,8	0,8	0,0	2,64	7,9	5,2	2,75	24,8
Características físicas													
Argila				Silte				Areia				Classe textural	
------(%)-----													
46				30				12				Argilosa	

* Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo Viçosa Ltda. pH: água, KCL e CaCl₂- relação 1:2,5. P-K: Extrator Mehlich 1. Ca-Mg e Al: Extrator: KCL – 1 mol L⁻¹. H + Al – Acidez potencial – Extrator: acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB - Soma de bases trocáveis; T – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; MO – Matéria orgânica; (P-Rem) – Fósforo Remanescente.

**Figura 2:** Curva característica de água no solo. *Análise realizadas no laboratório de física do solo da Universidade Federal de Viçosa.

A área total de cada parcela foi de 7,92 m², correspondente a três fileiras com doze plantas cada.

A adubação de plantio foi realizada com 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 150 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, usando como fonte superfosfato simples, sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente. As adubações de cobertura foram realizadas por meio de fertirrigação, com 150 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, divididas em três épocas, aos 20, 40 e 60 dias após o transplante (DAT), usando como fontes nitrato de cálcio e cloreto de potássio, conforme as Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5^a Aproximação (RIBEIRO et al., 1999).

A cultura foi irrigada por gotejamento com fitas gotejadoras com emissores de vazão 1,60 L h⁻¹ espaçados de 0,30 m na fita. Para manutenção da vazão constante nos emissores, a pressão da água foi mantida na pressão de 10 mca, por meio de válvula reguladora de pressão. A irrigação foi realizada mediante a tensão de água no solo obtida pela leitura de tensiômetros

e com base na curva característica de água no solo de modo a mantê-lo com aproximadamente 80 % da capacidade de campo. Os tensiômetros foram instalados a 15 cm de profundidade e o controle da água nas parcelas foi realizado individualmente, por meio de registros instalados em cada parcela.

A cobertura do solo com filme de polietileno preto ou branco ou com papel reciclado, foi realizada após a adubação de plantio e instalação do sistema de irrigação. Após a colocação das coberturas foi aplicada uma lâmina de irrigação de 25 mm em todos tratamentos. Em seguida, foram transplantadas as mudas de repolho (repolho híbrido Astrus Plus[®]) espaçadas 0,3 m na linha. Para viabilizar a execução do transplante, foram abertos orifícios circulares de 2,0 cm de diâmetro tanto nos filmes de polietileno quanto no papel reciclado.

Com base nas informações de lâminas de água aplicadas e da precipitação pluvial, determinou-se o consumo diário de água nos diferentes períodos de cultivo do repolho, para cada tratamento, por quinzena e do ciclo total da cultura. Esse controle do volume aplicado foi a partir da primeira semana após o transplante das mudas até próximo à colheita.

Aos 30, 50 e 90 DAT, nos tratamentos sem cobertura sem capina e com as coberturas, foram realizadas avaliações de densidade populacional e de massa da matéria seca de plantas daninhas por meio de amostragem em cada unidade experimental, utilizando quadrado vazado com 0,25 m de cada lado (0,0625 m²). As plantas foram colhidas e cortadas ao nível do solo, separadas por espécie, contadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até obtenção de massa constante, para a determinação da matéria seca.

No tratamento sem cobertura com capinas foram realizadas capinas manuais quando necessário.

Aos 90 DAT foram colhidas seis plantas de repolho na fileira central, cujas cabeças foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01 grama para determinação da produtividade (t ha⁻¹).

Com base nos dados de produtividade (Pt, kg ha⁻¹) e da quantidade de água aplicada pela irrigação no ciclo da cultura para cada tratamento e da precipitação pluvial (W, L ha⁻¹), foi determinada a eficiência de uso de água (EUA, L Kg⁻¹), conforme descrito por Jensen (2007) (Equação 1):

$$EUA = W / Pt \text{ (Equação 1)}$$

Os dados obtidos nos ciclos de outono-inverno e verão-outono foram submetidos a análise de variância individualmente. Após, foi realizado o teste da homogeneidade das

variâncias residuais, utilizando o teste F máximo de Hartley (1950) (Equação 2). Quando os resultados foram menores que 7, foi realizado a análise conjunta, sendo realizado desdobramentos dos ciclos dentro das coberturas, e das coberturas dentro de cada ciclo.

$$F_m = \text{QMR}_{(\text{maior})} / \text{QMR}_{(\text{menor})} \text{ (Equação 2)}$$

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa SISVAR.

RESULTADOS

Para as variáveis densidade populacional e massa da matéria seca de plantas daninhas não se realizou análise conjunta dos dados dos dois experimentos, em razão da diferença da comunidade infestante nos ciclos de outono-inverno e de verão-outono. Dessa forma, para essas variáveis, cada ciclo foi analisado separadamente.

Quando o repolho foi cultivado no outono-inverno, a comunidade infestante foi composta por 20 espécies, sendo a maioria eudicotiledôneas, destacando-se, pela densidade populacional e acúmulo de matéria seca, o trevo-azedo (*Oxalis latifolia*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*), maria-pretinha (*Solanum americanum*) e caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*) (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Densidade das principais espécies de plantas daninhas na cultura do repolho, no ciclo de outono-inverno, aos 30, 50 e 90 dias após o transplante (DAT).

Tratamentos	<i>Oxalis latifolia</i>	<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Solanum americanum</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Outras	Total
	Densidade (plantas m⁻²)					
30 DAT						
Fil. de pol. preto	102,0 b	8,00 c	8,00 b	0,0 b	20,0 b	138,0 b
Fil. de pol. branco	108,0 b	12,00 bc	8,00 b	0,0 b	16,0 b	144,0 b
Papel reciclado	68,0 b	22,00 b	0,0 b	10,0 b	16,0 b	116,0 b
S/ cob. s/ capina	376,0 a	116,00 a	104,00 a	142,0 a	284,0 a	1022,0 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	11,4	15,19	24,34	19,85	20,24	8,36
50 DAT						
Fil. de pol. preto	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Fil. de pol. branco	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Papel reciclado	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
S/ cob. s/ capina	84,0 a	212,00a	154,00a	100,0 a	172,0 a	722,0 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	59,20	15,71	37,34	46,18	41,25	12,19
90 DAT						
Fil. de pol. preto	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Fil. de pol. branco	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Papel reciclado	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
S/ cob. s/ capina	25,00 a	110,00 a	49,00 a	76,0 a	103,0 a	363,00 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	34,25	16,93	40,47	21,49	14,83	8,14

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 3: Matéria seca das principais espécies de plantas daninhas na cultura do repolho no ciclo de outono-inverno, aos 30, 50 e 90 dias após o transplante (DAT).

Tratamentos	<i>Oxalis latifolia</i>	<i>Amaranthus viridis</i>	<i>Solanum americanum</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Outras	Total
	Matéria seca (g m⁻²)					
30 DAT						
Fil. de pol. preto	5,64 b	0,05 c	0,06 c	0,0 c	0,27 b	6,02 b
Fil. de pol. branco	5,36 b	0,47 bc	0,56 b	0,0 c	0,51 b	6,90 b
Papel reciclado	1,40 b	0,78 b	0,0 c	0,68 b	0,52 b	3,38 b
S/ cob. s/ capina	16,22 a	5,80 a	1,66 a	2,89 a	27,57 a	54,14 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	29,86	16,14	23,90	20,12	23,26	17,45
50 DAT						
Fil. de pol. preto	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Fil. de pol. branco	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Papel reciclado	0,0 c	0,0 c	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
S/ cob. s/ capina	9,38 a	162,11 a	12,50 a	11,53 a	137,56 a	333,08 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	84,53	5,68	29,59	32,16	30,53	3,86
90 DAT						
Fil. de pol. preto	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Fil. de pol. branco	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Papel reciclado	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
S/ cob. s/ capina	0,17 a	403,46 a	134,74 a	15,33 a	173,78 a	727,48 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	22,51	5,04	13,65	16,35	22,08	8,68

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os tratamentos com cobertura do solo com filme de polietileno preto e branco e papel reciclado foram igualmente eficientes no controle de plantas daninhas aos 30 DAT, com densidade inferior a 144 plantas por m², que emergiram no orifício aberto para o transplante das mudas, as quais não foram detectadas aos 50 e 90 DAT (Tabela 2), devido à elevada taxa de crescimento e capacidade de cobertura do solo do repolho, suprimindo as plantas daninhas.

No tratamento sem cobertura e sem capina foram constatadas 1022 plantas por m² aos 30 DAT, com posterior redução para 722 e 363 plantas por m² aos 50 e 90 DAT, respectivamente (Tabela 2). Todavia, apesar da redução na densidade populacional, o acúmulo de matéria seca total da parte aérea das plantas daninhas foi crescente até o final do ciclo, atingindo 727,48 g m⁻² por ocasião da colheita do repolho, aos 90 DAT, com destaque para o *A. viridis*, que foi responsável por 55,5 % da matéria seca total (Tabelas 2 e 3).

No ciclo de verão-outono a comunidade infestante foi composta por 15 espécies, sendo a maioria monocotiledôneas, dentre as quais se destacaram pela densidade populacional e

acúmulo de matéria seca a tiririca (*Cyperus rotundus*), capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*) (Tabelas 4 e 5).

Assim como observado no ciclo de outono-inverno (Tabela 2), houve emergência de plântulas de plantas daninhas nos orifícios das coberturas com papel reciclado e com filme de polietileno, as quais foram constatadas nas avaliações realizadas aos 30 e 50 DAT (Tabela 4) e posteriormente suprimidas pelo repolho, haja vista que aos 90 DAT não se constatou presença de plantas daninhas nos respectivos tratamentos.

Tabela 4: Densidade das principais espécies de plantas daninhas na cultura do repolho, no ciclo de verão-outono, aos 30, 50 e 90 dias após o transplante (DAT).

Tratamentos	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Urochloa plantaginea</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Amaranthus spinosus</i>	Outras	Total
	Densidade (plantas m⁻²)					
30 DAT						
Fil. de pol. preto	30,00 b	16,00 b	18,00 b	20,00 b	40,00 c	124,00 c
Fil. de pol. branco	34,00 b	16,00 b	12,00 b	14,00 c	60,00 bc	136,0 bc
Papel reciclado	54,00 b	12,00 b	12,00 b	22,00 b	76,00 b	176,00 b
S/ cob. s/ capina	426,00 a	74,00 a	170,00 a	78,00 a	252,00 a	1000,0 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	12,93	14,47	21,79	25,87	14,04	6,42
50 DAT						
Fil. de pol. preto	14,00 a	0,0 b	0,0 b	0,0 b	10,00 b	24,00 b
Fil. de pol. branco	18,00 a	0,0 b	0,0 b	0,0 b	14,00 b	32,00 b
Papel reciclado	28,00 a	0,0 b	0,0 b	0,0 b	10,00 b	38,00 b
S/ cob. s/ capina	204,00 a	90,00 a	70,00 a	220,00 a	158,00 a	742,00 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	15,12	26,66	21,88	15,14	25,76	11,99
90 DAT						
Fil. de pol. preto	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Fil. de pol. branco	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Papel reciclado	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
S/ cob. s/ capina	58,00 a	46,00 a	37,00 a	117,00 a	68,00 a	326,00 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	19,90	40,46	101,32	13,05	82,47	11,96

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 5: Matéria seca das principais espécies de plantas daninhas na cultura do repolho no ciclo de verão-outono, aos 30, 50 e 90 dias após o transplante (DAT).

Tratamentos	<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Urochloa plantaginea</i>	<i>Eleusine indica</i>	<i>Amaranthus spinosus</i>	Outras	Total
	Matéria seca (g m⁻²)					
30 DAT						
Fil. de pol. preto	1,67 b	5,32 ab	0,47 b	0,07 b	0,27 b	7,82 b
Fil. de pol. branco	0,74 b	4,37 b	0,05 c	0,06 b	0,45 b	5,67 b
Papel reciclado	2,36 b	5,85 ab	0,05 c	0,11 b	0,58 b	8,95 b
S/ cob. s/ capina	28,27 a	7,59 a	0,95 a	0,84 a	15,43 a	53,08 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	20,14	20,70	20,76	24,61	14,39	13,09
50 DAT						
Fil. de pol. preto	0,41 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,07 b	0,50 b
Fil. de pol. branco	0,27 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,06 b	0,35 b
Papel reciclado	0,25 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,06 b	0,34 b
S/ cob. s/ capina	1,23 a	101,03 a	0,26 a	187,03 a	9,42 a	298,97 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	58,56	34,37	38,29	30,45	87,39	17,81
90 DAT						
Fil. de pol. preto	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Fil. de pol. branco	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Papel reciclado	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
S/ cob. s/ capina	0,45 a	103,15 a	0,58 a	395,51 a	173,25 a	672,94 a
S/ cob. c/ capina	-	-	-	-	-	-
CV (%)	9,09	19,91	199,70	14,31	42,34	17,18

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No tratamento sem cobertura sem capina, a maior densidade de plantas daninhas foi verificada aos 30 DAT, com 1.000 indivíduos por m² (Tabela 4). Assim como no ciclo de outono-inverno, a partir de 30 DAT até aos 90 DAT ocorreu redução na densidade de plantas e aumento no acúmulo de matéria seca da parte aérea atingindo 672,94 g m⁻² aos 90 DAT, com dominância do *A. spinosus*, que respondeu por 58,7 % do total acumulado (Tabelas 4 e 5).

Para as variáveis produtividade do repolho, consumo quinzenal e total de água e eficiência no uso da água nos ciclos de outono-inverno e de verão-outono, foi realizada análise conjunta, com desdobramentos do ciclo de cultivo dentro das coberturas e das coberturas dentro de cada ciclo, uma vez que, os resultados da equação 2, deram menores que 7.

A produtividade da cultura do repolho foi influenciada pelo tipo de cobertura usada, pela interferência das plantas daninhas e pela época de cultivo (Figura 3).

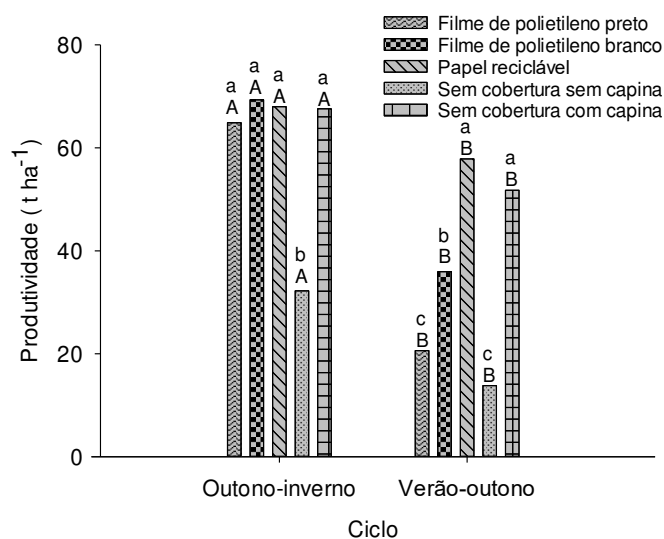


Figura 3: Produtividade ($t\ ha^{-1}$) do repolho no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No desdobramento cobertura dentro de cada ciclo, verificou-se no ciclo de outono-inverno, que o tratamento sem cobertura e sem capina proporcionou a menor produtividade ($32,72\ t\ ha^{-1}$), com redução de 51,59 % em relação ao tratamento sem cobertura e capinado ($67,59\ t\ ha^{-1}$) (Figura 3). Quando se utilizou as coberturas, as produtividades foram de 64,89; 69,34 e $67,98\ t\ ha^{-1}$ para o filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e papel reciclado, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si e, em relação ao tratamento sem cobertura com capinas.

No ciclo de verão-outono, o tratamento sem cobertura e sem capina também proporcionou a menor produtividade ($13,79\ t\ ha^{-1}$), porém com redução de 73,36 % em relação ao tratamento sem cobertura com capinas ($51,76\ t\ ha^{-1}$). Quando se utilizou as coberturas, os filmes de polietileno preto e branco proporcionaram queda na produtividade ($20,59$ e $35,95\ t\ ha^{-1}$), com redução de 64,41 % e 37,86 % respectivamente, em relação ao papel reciclado ($57,86\ t\ ha^{-1}$), que não diferiu do tratamento sem cobertura e com capinas (Figura 3).

No desdobramento ciclo dentro de cada cobertura, verificou-se que o ciclo de outono-inverno propiciou maior produtividade para todos os tratamentos em relação ao ciclo de verão-outono (Figura 3).

O consumo de água foi crescente durante todo o ciclo da cultura do repolho nos dois ciclos em todas as estratégias de manejo (Tabela 6).

Tabela 6: Consumo de água na cultura do repolho no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono da 1ª a 6ª quinzena.

Coberturas	Quinzena 1		Quinzena 2		Quinzena 3	
	Out-inv	Ver.-out.	Out-inv	Ver.-out.	Out-inv	Ver.-out.
Fil. de pol. preto	35,00 b B	87,75 b A	45,25 b B	163,00 d A	133,75 c B	247,50 c A
Fil. de pol. branco	44,25 b B	87,75 b A	52,00 b B	191,25 c A	144,50 c B	262,00 c A
Papel reciclado	32,00 b B	87,75 b A	41,75 b B	240,00 b A	188,00 b B	293,00 b A
S/ cob. s/ capina	124,25 a B	217,50 a A	145,25 a B	245,75 b A	185,50 b B	246,75 c A
S/ cob. c/ capina	124,50 a B	217,50 a A	151,50 a B	314,00 a A	213,75 a B	351,75 a A
CV (%)	7,66		5,20		5,29	
Coberturas	Quinzena 4		Quinzena 5		Quinzena 6	
	Out-inv	Ver.-out.	Out-inv	Ver.-out.	Out-inv	Ver.-out.
Fil. de pol. preto	142,50 c B	284,00 c A	223,25 b B	284,00 d A	336,50 b B	380,50 c A
Fil. de pol. branco	151,50 c B	305,00 c A	261,75 b B	387,50 bc A	321,50 b B	433,75 c A
Papel reciclado	194,00 b B	380,75 b A	321,25 a B	400,75 b A	394,50 a B	507,50 b A
S/ cob. s/ capina	226,75 a B	296,50 c A	330,75 a B	371,25 c A	402,50 a B	430,00 c A
S/ cob. c/ capina	215,75 ab B	423,75 a A	335,00 a B	495,00 a A	410,00 a B	578,25 a A
CV (%)	5,00		6,38		6,31	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No ciclo de outono-inverno menor consumo de água foi observado nas duas primeiras quinzenas com redução de 72 %, 65 % e 74 % para o filme de polietileno branco, filme de polietileno preto e papel reciclado, respectivamente, em relação ao tratamento sem cobertura com capinas. Enquanto que no ciclo de verão-outono, as respectivas coberturas proporcionaram redução de 59,8 % em relação aos tratamentos sem cobertura, na primeira quinzena (Tabela 6).

Com relação ao consumo total de água na irrigação no ciclo da cultura do repolho, verifica-se no desdobramento das coberturas dentro de cada ciclo, que no ciclo de outono-inverno, as coberturas do solo com filme de polietileno preto e branco proporcionaram menor consumo de água, seguido do papel reciclado (Figura 4), com redução de 31,45 % ($535 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), 27,98 % ($476 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e 16,4 % ($279 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), respectivamente, em relação ao solo sem cobertura com capinas, que demandou $1.701 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Os tratamentos sem cobertura com e sem capinas proporcionaram consumo total de água semelhante. Entretanto, quando não se realizou a capina a produtividade foi 51,59 % menor (Figura 3).

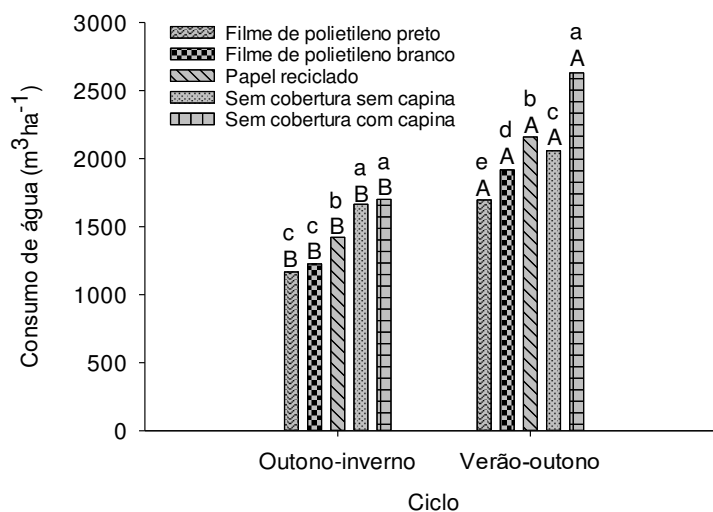


Figura 4: Consumo de água total na cultura do repolho no ciclo de outono-inverno e no ciclo verão-outono. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No ciclo de verão-outono, as coberturas do solo com filme de polietileno preto e branco e papel reciclado, também proporcionaram menor consumo de água em relação ao tratamento sem cobertura com capinas (Figura 4). Neste ciclo, o menor consumo de água foi observado quando usou o filme de polietileno preto, com redução de 35,5 % ($934 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), seguido pelo filme de polietileno branco, com redução de 27,1 % ($713 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e papel reciclado com 17,9 % ($471 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) em relação ao tratamento sem cobertura com capinas ($2630 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Porém, apesar dos filmes de polietileno preto e branco proporcionarem menor consumo de água, as produtividades desses tratamentos foram, respectivamente, 64,41 % e 37,86 % inferiores, em relação ao solo coberto com papel reciclado (Figura 3).

No tratamento sem cobertura sem capinas, observou-se redução do consumo de água em torno de 21,76 % em relação ao solo sem cobertura com capinas, porém a produtividade foi 73,36 % menor (Figura 3).

No desdobramento onde se compara os ciclos dentro dos sistemas de cobertura, constatou-se que o ciclo de outono-inverno proporcionou menor consumo de água para todos os tratamentos em relação ao ciclo de verão-outono (Figura 4).

Com relação a eficiência do uso da água, verifica-se que no desdobramento das coberturas do solo dentro de cada ciclo de cultivo, que no ciclo de outono-inverno, as coberturas do solo com filme de polietileno preto ou branco e papel reciclado demonstraram ser eficientes na redução do consumo de água por quantidade produzida, apesar do papel reciclado não diferir estatisticamente do solo sem cobertura com capinas (Figura 5A). Os tratamentos com filmes de

polietileno preto e branco e papel reciclado demandaram 17,98, 17,80 e 21,08 L kg⁻¹, respectivamente, enquanto que no solo sem cobertura e com capinas foram necessários 25,26 L kg⁻¹.

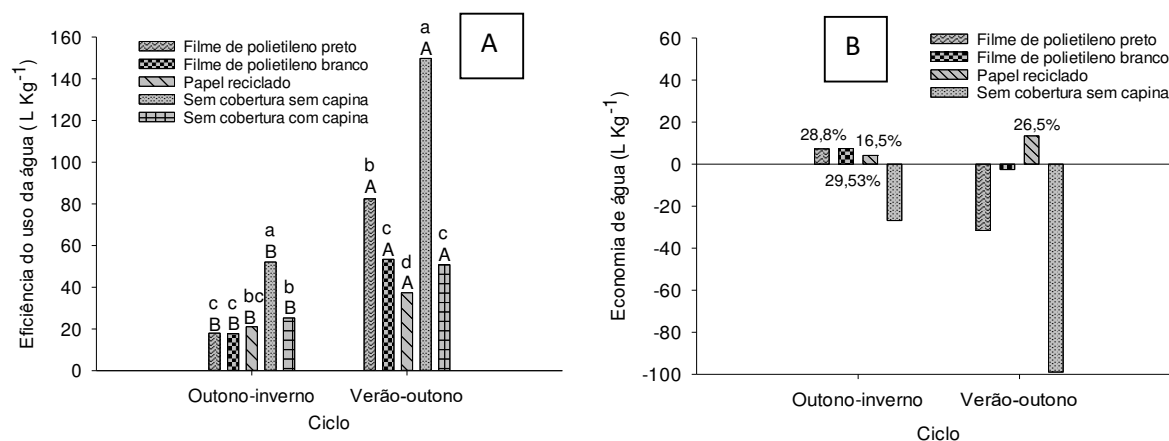


Figura 5: Eficiência no uso da água na cultura do repolho (A) e redução do consumo de água em relação ao solo sem cobertura e com capinas (B) no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono. *Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

A cobertura do solo com filme de polietileno preto, branco e papel reciclado permitiu economia de 7,28, 7,46 e 4,18 L kg⁻¹, respectivamente, o que representa redução de 28,8 %, 29,53 % e 16,5 % do consumo de água em relação ao solo mantido sem cobertura com capinas (Figura 5B).

No ciclo de verão-outono, melhor índice de eficiência no uso da água foi constatado quando se usou a cobertura do solo com papel reciclado, demandando 37,36 L kg⁻¹, seguido do sem cobertura com capinas (50,83 L kg⁻¹) e cobertura com filme de polietileno branco (53,40 L kg⁻¹) (Figura 5A). Neste ciclo, a cobertura do solo com filme de polietileno preto foi pouco eficiente, pois apesar do menor consumo de água (Figura 4), a baixa produtividade (Figura 3) fez com que a eficiência no uso da água fosse prejudicada, demandando 82,43 L kg⁻¹ (Figura 5A).

A adoção da cobertura do solo com papel reciclado viabilizou economia de 13,47 L kg⁻¹ em relação ao tratamento sem cobertura e com capinas (Figura 5A), o que representa redução de 26,5 % do consumo de água, gerando economia de 471 m³ por hectare cultivado com repolho (Figura 5B).

No desdobramento ciclo dentro de cada cobertura, o cultivo de outono-inverno proporcionou maior eficiência no uso da água para todos os tratamentos em relação ao cultivo do repolho no verão-outono (Figura 5A).

DISCUSSÃO

As condições ambientais distintas entre as épocas de cultivo do repolho, especialmente a temperatura, propiciaram populações de plantas daninhas distintas nas respectivas épocas. No ciclo de outono-inverno (junho a setembro) cujas temperaturas médias diárias oscilaram entre 15 e 20 °C (Figura 1) verificou que as espécies predominantes são todas eudicotiledôneas, com predominância do *O. latifolia* no início do ciclo, aos 30 DAT, que teve sua população reduzida no final do ciclo, onde o *A. viridis* foi a espécie predominante em termos populacionais e de dominância, indicada pelo maior acúmulo de matéria seca, com 55,5 % do total acumulado.

No verão-outono, caracterizado por temperaturas mais elevadas, com médias diárias superiores a 20 °C e máximas diárias ultrapassando 30 °C, especialmente no início do ciclo, ocorreu maior incidência de monocotiledôneas, com destaque para *C. rotundus* (ciperácea), *U. plantaginea* e *E. indica* (poaceas), que juntos totalizaram 67 % da comunidade infestante aos 30 DAT. Entretanto, com o decorrer do tempo, o *A. spinosus* teve sua população elevada e que aliada à sua habilidade competitiva em razão da taxa de crescimento e do porte avantajado respondeu por 58,7 % do total de matéria seca acumulada.

Em ambos os ciclos, a redução da densidade de plantas e aumento do acúmulo de matéria seca das plantas daninhas por m² no tratamento sem cobertura sem capina, aos 90 DAT em relação aos 30 DAT (Tabelas 2, 3, 4 e 5) se deve à morte de indivíduos de espécies com ciclo mais curto e, principalmente, pela competição intra e interespecífica pelos recursos do meio (COELHO et al., 2013). As plantas daninhas com maior dossel vegetativo, como *A. viridis*, *S. americanum* e *A. spinosus* se tornaram dominantes, ao passo que espécies de menor porte como a *C. rotundus* e *O. latifolia* foram suprimidas (COELHO et al., 2013).

Em ambos os ciclos (outono-inverno e verão-outono) o filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e papel reciclado foram eficientes no controle de plantas daninhas, visto que, a densidade e o acúmulo de matéria seca de plantas por m² foram muito baixas se comparado ao tratamento sem cobertura sem capina (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Esse efeito se deve ao fato das coberturas do solo, formarem uma camada protetora evitando a passagem de luz, o

que impede a germinação de sementes e dificulta o crescimento inicial das plântulas (COELHO et al., 2013).

Campagnol et al. (2014) analisando o efeito da cobertura com filme de polietileno preto sobre o controle de plantas daninhas em comparação ao solo sem cobertura na cultura do tomate, verificaram que a cobertura do solo com filme de polietileno reduziu 68 % a incidência de plantas daninhas. Azad et al. (2015) também analisando o efeito de coberturas de polietileno sobre o controle de plantas daninhas na cultura da batata, observaram que a densidade de plantas por m² foi menor no tratamento com a cobertura do solo se comparado ao solo sem cobertura.

No tratamento sem cobertura e sem capina, a interferência de plantas daninhas reduziu a produtividade do repolho em ambos os ciclos (outono-inverno e verão-outono) em relação aos demais tratamentos (Figura 3). Essa diminuição da produtividade, ocorreu em função da competição das plantas daninhas por recursos essenciais ao crescimento e desenvolvimento da cultura do repolho como luz, nutrientes e espaço (CARVALHO et al., 2005).

No ciclo de outono-inverno a produtividade nos tratamentos com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco, papel reciclado e sem cobertura com capinas não diferiram entre si. Porém no ciclo de verão-outono a produtividade na cobertura do solo com papel reciclado foi maior do que a com o filme de polietileno preto ou branco. De acordo com Meneses et al. (2016) as coberturas podem aumentar a temperatura do solo diminuindo a produtividade. Freitas (2017) observou aumento de 8,2 °C no solo coberto com filme de polietileno preto em relação ao papel reciclado e essa elevação de temperatura ocasionou redução na produtividade em 22 %, na cultura da alface.

A produtividade do repolho também foi influenciada pela época de cultivo, visto que, no ciclo de outono-inverno a produtividade foi maior para todos os tratamentos em relação ao ciclo de verão-outono (Figura 3). Esse resultado se deve ao fato de que temperatura do ambiente ser um fator limitante para o desenvolvimento do repolho (SILVA et al., 2012). O repolho é uma hortaliça bienal, que se desenvolve melhor em temperaturas amenas ou frias (FILGUEIRA, 2003). Em elevadas temperaturas, pode ocorrer a formação de cabeças pequenas e com menor valor comercial.

Menores consumos de água com a cobertura do solo foram observados no início do ciclo da cultura, conforme se observa na Tabela 6, onde se constata redução de mais de 50 % no consumo de água nas duas primeiras quinzenas no ciclo de outono-inverno e na primeira quinzena no ciclo de verão-outono. Neste período as plantas ainda pequenas, possuem pouca área foliar que resulta em baixa taxa de transpiração e grande parte da água aplicada é perdida

por evaporação, que foi reduzida quando se cobriu o solo com filme de polietileno ou papel. A menor perda de água com o solo coberto ocorre devido à barreira física formada pelas coberturas, reduzindo a taxa de evaporação, por evitar que a radiação solar chegue diretamente ao solo (COELHO et al., 2013).

Com o crescimento da cultura há incremento na área foliar que promove sombreamento no solo, resultando na redução da taxa de evaporação e também, maior consumo por transpiração (TEÓFILO et al., 2012; COELHO et al., 2013), fato que resulta em menores taxas de economia de água nos tratamentos com cobertura do solo no final do ciclo da cultura do repolho nos dois ciclos (Tabela 6).

Marouelli et al. (2010) observaram que a cobertura do solo com palhada promoveu economia de 28 % no consumo de água na cultura do repolho em relação ao solo sem cobertura, nos primeiros 30 DAT. Na cultura do melão, Teófilo et al. (2012) constataram que o filme de polietileno promoveu redução no consumo de água em 31 % durante as cinco primeiras semanas e 21 % durante o ciclo total da cultura, em relação ao solo sem cobertura.

Gonçalves et al. (2005) observaram que o consumo médio de água foi de 4,17 mm dia⁻¹ para o tratamento “solo descoberto” e de 3,11 mm dia⁻¹ quando o solo foi coberto com filme de polietileno, na cultura da alface. Yaghi et al. (2013) também observaram que o uso da cobertura do solo com filme de polietileno reduziu a lâmina de irrigação em 16 % quando comparado ao cultivo sem cobertura do solo na cultura do pepino.

No ciclo de outono-inverno, apesar dos tratamentos com as coberturas do solo não diferirem estatisticamente em relação a eficiência no uso da água, observou que o filme de polietileno preto e o branco, proporcionaram economia de 3,10 e 3,28 L kg⁻¹, respectivamente, em relação ao papel reciclado (Figura 5A). Silva (2018) estudando o efeito de cobertura do solo com filme de polietileno preto e branco e papel reciclado sobre a eficiência no uso da água, verificou que a cobertura com o papel reciclado proporcionou demanda de 2,5 % maior em relação aos filmes de polietileno.

Em ambos os ciclos, quando não capinada, a cultura do repolho teve a eficiência no uso da água influenciada negativamente pelo aumento no consumo de água e redução na produtividade, com efeitos mais danosos no ciclo de verão-outono (Figura 5A), evidenciando a competição das plantas daninhas com a cultura por luz, nutrientes e espaço, uma vez que a água não foi fator limitante, haja visto que o manejo da irrigação foi realizado individualmente para cada parcela, sem restrição hídrica.

No ciclo de verão-outono, apesar do maior consumo total de água proporcionado pela cobertura com papel reciclado em relação aos filmes de polietileno preto e branco (Figura 4), a cobertura com papel resultou em maior eficiência no uso da água (Figura 5A), haja vista que a eficiência do uso da água refere-se à quantidade de água utilizada por quantidade produzida, ou seja, mesmo com maior consumo de água o papel reciclado propiciou maior quantidade produzida por volume de água consumido.

No ciclo de outono-inverno, a economia de água proporcionada pela cobertura do solo com o filme de polietileno preto representa $535 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ cultivado com repolho em relação ao tratamento sem cobertura com capinas. Essa quantidade de água é suficiente para abastecer aproximadamente 40 famílias com quatro pessoas durante o período de um mês, considerando que o consumo ideal necessário por pessoa mensalmente é de $3,3 \text{ m}^3$ (ONU, 2019). No ciclo de verão-outono o papel reciclado proporcionou economia de $471 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ cultivado com repolho, o que é suficiente para abastecer 35 famílias com quatro pessoas durante o período de um mês.

Quando se comparam os dois ciclos (outono-inverno e verão-outono), verifica-se que o ciclo de outono-inverno proporcionou melhor eficiência no uso da água que o ciclo de verão-outono em todos os tratamentos, o que se deve à combinação do menor consumo de água, com a maior produtividade. Esse resultado se deve ao fato de que em temperaturas amenas ocorre menor perda de água por evaporação e menor taxa de transpiração, além do repolho ser uma hortaliça que se desenvolve melhor em temperaturas entre 15 a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (FILGUEIRA, 2007).

CONCLUSÕES

As coberturas do solo com filme de polietileno preto, branco ou papel reciclado são eficientes no controle de plantas daninhas e na economia de água de irrigação na cultura do repolho;

Em condições de temperaturas amenas, recomenda-se a cobertura do solo com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco ou papel reciclado para o cultivo do repolho;

Em condições de temperaturas elevadas, recomenda-se a cobertura do solo com papel reciclado para o cultivo do repolho.

REFERÊNCIAS

- AZAD, B.; HASSANDOKHT, M. R.; PARVIZI, K. Effect of mulch on some characteristics of potato in Asadabad, Hamedan. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)**, v. 6, n. 3, p. 139–147, 2015.
- BARBOSA, S. C.; MATTEUCCI, M. B. A.; LEANDRO, W. M.; LEITE, A. F.; CAVALCANTE, E. L. S.; ALMEIDA, G. Q. E. Perfil do consumidor e oscilações de preços de produtos agroecológicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 602-609, out./dez. 2011.
- CAMPAGNOL, R.; ABRAHÃO, C.; MELLO, S. C.; OVIEDO, V. R. S, 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, julho-setembro, 2014.
- CARVALHO, J. F.; MONTENEGRO, A. A. A.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Produtividade do repolho utilizando cobertura morta e diferentes intervalos de irrigação com água moderadamente salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 256-263, 2011.
- CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.935-939, 2005.
- COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. G. O. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agronômica**, v.44, p.741-749, 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. **Revista Atual**. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- FERREIRA, W. R; RANAL, M. A; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve da malásia. **Horticultura Brasileira** 20: 635-640, 2002.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. revista e ampliada. Viçosa: UFV, 412p, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa: UFV,421p, 2007.
- FREITAS, A. R. J. **Potencial do papel no cultivo da alface visando controle de plantas daninhas, temperatura e perda de água**. 2017. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa. 2017.
- GONÇALVES, A. O.; FAGNANI, M. A.; PARES, J. G. Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno azul no consumo de água da cultura da alface cultivada em estufa. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.622-631, set./dez. 2005.

JENSEN, M. E. 2007. Sustainable and productive irrigated agriculture. In: HOFFMAN, GJ; EVANS, RG; JENSEN, ME, MARTIN, DL, ELLIOTT, RL (eds). **Design and operation of farm irrigation systems**. 2.ed., St. Joseph: ASABE. p. 33-56

MAROUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, AUREO S.; SOUZA, R. F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 369-375, Apr. 2010.

MEDEIROS, P. T., DIAS, J. M. C. S., BARRETO, E. G., SILVEIRA, C. M. S.; MONNERAT, R. G. **Susceptibilidade da traça-das-crucíferas a produtos formulados a base de *Bacillus thuringiensis* na cultura do repolho no Distrito Federal**. Brasília, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 10p. (Comunicado Técnico 109). 2004.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, F. G. B. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 123 - 129, abril - junho, 2016.

MONTEIRO, A. V. V. M.; VEGRO, C. L. R; FERREIRA, C. R. R. P. **A Produção da Agropecuária Paulista: considerações frente à anomalia climática**. Instituto de Economia Agrícola, 2015. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13660>> Acesso em: 05 de jan. 2019.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.; V.H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

Organização das Nações Unidas (ONU). 2019. Acessado em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=140>. 02/09/2019

SAMPAIO, R.A.; ARAÚJO, W.F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. **Agropecuária Técnica**. Areia – PB, v. 22, n ½, p. 1-12, 2001.

SILVA, C. A. R. **Efeito do cultivo consorciado na produtividade do repolho, viabilidade econômica do sistema e manejo de pragas**. 2013. 113 p. Dissertação de Mestrado. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013.

SILVA, G. H. **Abobrinha italiana cultivada com diferentes coberturas do solo e áreas molhadas**. 2018. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa. 2018.

SILVA, K. S; SANTOS E. C. M; BENETT, C. G. S; LARANJEIRA, L. T; EBERHARDT NETO, E.; COSTA, E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira** 30: 520-525, 2012.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q.; RODRIGUES, A. P. M. S. Eficiência no uso da água e interferência

de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.

YAGHI, T.; ARSLAN, A.; NAOUM, F. Cucumber (*Cucumis sativus*, L.) water use efficiency (WUE) under plastic mulch and drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 128, p. 149–157, 2013.

APÊNDICE

Tabela 7: Resumo da análise de variância para produtividade (PROD), consumo quinzenal de água para quinzena 1 (Q1), quinzena 2 (Q2), quinzena 3 (Q3), quinzena 4 (Q4), quinzena 5 (Q5) e quinzena 6 (Q6), consumo de água total (CAT) e eficiência no uso da água (EUA) do repolho no ciclo de outono-inverno e verão-outono.

FV	GL	Quadrados médios								
		PROD	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	CAT	EUA
Cobertura	4	2040,10	28305,04	23015,96	10590,34	14989,41	28828,29	24092,44	647790,35	6733,27
Ciclo	1	6010,77	45765,23	206353,23	114704,10	230736,10	96628,90	86490,00	4377145,60	23101,01
Bloco	3	13,89	115,43	145,29	136,37	66,57	422,30	413,67	1277,37	19,46
Cobertura x Ciclo	4	391,82*	1122,41*	2944,29*	1606,91*	5610,54*	5831,09*	6562,19*	85144,35*	2205,73*
Erro	27	19,76	65,79	68,25	143,74	171,49	465,87	699,65	933,16	13,27
CV (%)	–	9,21	7,66	5,20	5,29	5,00	6,38	6,31	1,73	7,18
Média geral	–	48,25	105,83	158,98	226,65	262,05	338,55	419,50	1761,55	50,79

*F significativo a 5%

CAPÍTULO II:

TEMPERATURA DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO REPOLHO EM CULTIVOS DE OUTONO-INVERNO E VERÃO-OUTONO COM DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO

Resumo - A cobertura do solo com materiais como filme de polietileno e papel tem sido usada na produção de hortaliças visando o controle de plantas daninhas e redução no consumo de água. No entanto, dependendo das propriedades térmicas dos materiais utilizados, as coberturas podem promover elevação na temperatura do solo, influenciando de forma negativa ou positiva o crescimento e a produtividade da cultura em função das condições climáticas na época do cultivo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de estratégias de cobertura do solo sobre a temperatura do solo e produtividade do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) em duas épocas de cultivo, com temperaturas amenas (ciclo de outono-inverno) e temperatura elevada (ciclo de verão-outono). Foram avaliados cinco tratamentos (cobertura do solo com filme de polietileno preto, com filme de polietileno branco, com papel reciclado, sem cobertura do solo com capinas e sem cobertura do solo sem capina). Foram avaliados a temperatura máxima e mínima do solo e amplitude térmica, bem como a produtividade do repolho. Maiores taxas de aquecimento e amplitude térmica foram constatadas no solo coberto com filme de polietileno preto, seguidas do filme de polietileno branco, as quais foram benéficas quando a cultura foi implantada no outono-inverno. Entretanto, no ciclo de verão-outono, a elevação excessiva da temperatura do solo pelas respectivas coberturas resultou em redução no estande final e menor crescimento das plantas, com consequente perda de produtividade em relação ao solo sem cobertura com capinas e coberto com papel reciclado, que foi a cobertura com menor índice de aquecimento e amplitude térmica do solo nos dois ciclos. Conclui-se que a cobertura do solo com filme de polietileno preto ou branco e papel reciclado podem ser usadas no cultivo do repolho em condições de temperaturas amenas e que o papel reciclado é a melhor cobertura para cultivo em épocas do ano com temperaturas elevadas.

Palavras-chave: Amplitude térmica; *Brassica oleracea*; filme de polietileno preto; filme de polietileno branco; *mulching*, papel reciclado.

SOIL TEMPERATURE AND CABBAGE PRODUCTIVITY IN AUTUMN- WINTER AND SUMMER-AUTUMN CROPS WITH DIFFERENT SOIL COVERS

Abstract - Soil mulching with materials such as polyethylene film and paper has been used in vegetable production to control weeds and reduce water consumption. However, depending on the thermal properties of the materials used, mulching can promote soil temperature elevation, negatively or positively influencing crop growth and yield as a function of climatic conditions at the time of cultivation. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of soil mulching strategies on soil temperature and yield of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) in two growing seasons, with mild temperatures (autumn-winter cycle) and high temperature (summer-autumn cycle). Five treatments were evaluated (mulching with black polyethylene film, mulching with white polyethylene film, mulching with recycled paper, no mulching with weeding and no mulching without weeding). The maximum and minimum soil temperature and thermal amplitude, as well as the cabbage productivity were evaluated. Higher rates of heating and thermal amplitude were found in soil mulched with black polyethylene film, followed by white polyethylene film, which were beneficial when the crop was implanted in the autumn-winter. However, in the summer-autumn cycle, the excessive rise in soil temperature by the respective mulches resulted in a reduction in the final stand and lower plant growth, with consequent loss of productivity in relation to soil without weeding and mulched with recycled paper, which was the cover with the lowest heating index and thermal amplitude of the soil in both cycles. It is concluded that the mulch with black or white polyethylene film and recycled paper can be used in the cultivation of cabbage under mild temperature conditions and that recycled paper is the best mulch for cultivation at high temperatures.

Keywords: Thermal amplitude; *Brassica oleracea*; black polyethylene film; white polyethylene film; mulching, recycled paper.

INTRODUÇÃO

O uso da cobertura do solo com materiais como filme de polietileno e papel tem sido difundido no cultivo de hortaliças visando o controle de plantas daninhas e a redução no consumo de água na irrigação (MULLER, 1991, TEÓFILO et al., 2012). No entanto, dependendo das propriedades térmicas dos materiais utilizados, as coberturas podem modificar o regime térmico do solo, promovendo elevação na temperatura do solo, o que influencia de forma negativa ou positiva o crescimento e a produtividade da cultura em função das condições climáticas na época do cultivo e da sensibilidade da cultura (RESENDE et al., 2005; COELHO et al., 2013), bem como na ocorrência de doenças radiculares (NASCIMENTO et al., 2018).

A temperatura do solo exerce influência sobre os processos físicos, químicos e biológicos no sistema solo-planta (ROSSETO et al., 2017). Em épocas com temperaturas amenas, o aumento da temperatura do solo proporcionado por alguns materiais usados nas coberturas pode aumentar a produção das culturas, em razão, da maior absorção de água e de nutrientes pelas raízes (ARAUJO, 2011). De acordo com Morais et al. (2008) a cobertura do solo com filmes de polietileno tem aumentado o crescimento e a produtividade em várias hortaliças, em função das modificações térmicas do solo, do balanço hídrico e da disponibilidade de nutrientes.

Entretanto, em períodos do ano com temperatura ambiente elevada, pode ocorrer aquecimento excessivo do solo, resultando em diminuição do crescimento das plantas (COELHO et al., 2013; FREITAS, 2017) e na atividade microbiana do solo (CUNHA et al., 2014), além de favorecer a ocorrência de doenças radiculares causadas por patógenos termotolerantes (LINHARES et al., 2018). Cunha et al. (2014) relataram que o filme de polietileno preto causou maior incidência de *Macrophomina phaseolina* em plantas de pimentão em relação ao solo coberto com palhada de *Urochloa brizantha*, devido ao maior aquecimento do solo proporcionado pelo filme de polietileno. Nascimento et al. (2018) também observaram que o filme de polietileno branco propiciou maior incidência de podridão radicular em plantas de melão em relação ao solo sem cobertura.

Freitas (2017) avaliando o efeito da cobertura do solo com filme de polietileno preto em comparação ao solo coberto com papel reciclado na cultura da alface, observou que quando se utilizou a cobertura com filme de polietileno ocorreu elevação da temperatura do solo em 8,2 °C, influenciando negativamente o crescimento de plantas de alface, com redução de 22 % na produtividade.

Contudo, são escassos os trabalhos que envolvem o estudo dos efeitos das coberturas do solo sobre a temperatura do solo e produtividade na cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) em épocas de cultivo com temperaturas amenas (outono-inverno) e elevadas (verão-outono), por se tratar de uma cultura mais adaptada as condições de clima temperado, se desenvolvendo melhor em temperaturas entre 15 e 20 °C.

Em face ao exposto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da cobertura do solo sobre a variação de temperatura do solo e produtividade da cultura do repolho em épocas de cultivo com temperaturas amenas (outono-inverno) e elevadas (verão-outono).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos: ciclo de outono-inverno (junho a setembro de 2018) e ciclo de verão-outono (março a junho de 2019) na Unidade de Ensino e Pesquisa da Horta Velha, pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa – MG. As coordenadas geográficas do local são: 20° 45’S e 42° 51’W e a altitude de 651 metros. O ciclo de outono-inverno foi caracterizado por apresentar temperatura média entre 15 e 20 °C e o ciclo de verão-outono entre 20 a 25 °C. Os dados climatológicos, como temperaturas máxima, média e mínima, e precipitação pluvial durante os períodos de condução dos trabalhos estão apresentados na Figura 1.

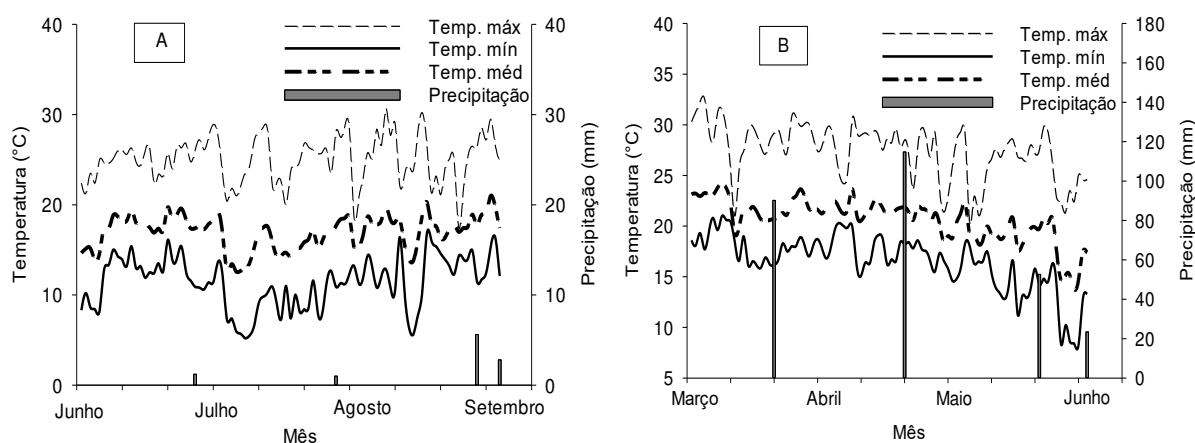


Figura 1: Temperaturas máxima, média e mínima e precipitação pluvial durante o ciclo de outono-inverno,2018 (A) e durante o ciclo de verão-outono,2019 (B). Fonte: INMET, 2019.

O delineamento experimental adotado, em ambos os experimentos, foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos do cultivo do repolho com solo coberto com papel reciclado (gramatura 131 g m⁻²), solo coberto com filme de polietileno preto (25 micras), solo coberto com filme de polietileno branco (25 micras), solo sem cobertura com capinas e solo sem cobertura sem capina.

O preparo do solo foi realizado por meio de uma aração e duas gradagens. Posteriormente, foram construídos camalhões com aproximadamente 0,20 m de altura, espaçados entre si de 0,8 m.

Foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para realização de análises físicas e químicas do solo com base na metodologia proposta pela Embrapa (1997) (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados das análises químicas e físicas do solo.

Características químicas													
pH	P	K ⁺	B	Fe	Mn	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ Al	T	SB	MO	P-Rem
(H ₂ O)	----- (mg dm ⁻³) -----				----- (cmol _c dm ⁻³) -----				----- (dag kg ⁻¹) -----				
5,9	82,1	240	0,4	65,3	88,6	3,8	0,8	0,0	2,64	7,9	5,2	2,75	24,8
Características físicas													
Argila				Silte				Areia				Classe textural	
----- (%) -----													
46				30				12				Argilosa	

* Análises realizadas no Laboratório de Análises de Solo Viçosa Ltda. pH: água, KCL e CaCl₂- relação 1:2,5. P-K: Extrator Mehlich 1. Ca-Mg e Al: Extrator: KCL – 1 mol L⁻¹. H + Al – Acidez potencial – Extrator: acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹; SB - Soma de bases trocáveis; T – Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; MO – Matéria orgânica; (P-Rem) – Fósforo Remanescente.

A área total de cada parcela foi de 7,92 m², correspondente a três fileiras com doze plantas cada.

A adubação de plantio foi realizada com 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 150 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, usando como fonte superfosfato simples, sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente, conforme as Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5^a Aproximação (RIBEIRO et al., 1999).

A cultura foi irrigada por gotejamento com fitas gotejadoras com emissores de vazão 1,60 L h⁻¹ espaçados de 0,30 m na fita. O manejo da irrigação foi realizado com base na tensão de água no solo obtida pela leitura de tensiômetros, instalados em cada parcela a 15 cm de profundidade e com base na curva característica de água no solo de modo a mantê-lo com aproximadamente 80 % da capacidade de campo.

Após a adubação de plantio e instalação do sistema de irrigação foi realizada a cobertura do solo com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e papel reciclado e foram aplicados uma lâmina de irrigação de 25 mm em todos os tratamentos, no intuito de atingir a capacidade de campo. Em seguida, foram abertos orifícios circulares de 2,0 cm de diâmetro tanto nos filmes de polietileno quanto no papel reciclado e foram transplantadas as mudas de repolho (repolho híbrido Astrus Plus[®]), espaçadas 0,3 m na linha.

No centro de cada unidade experimental, à profundidade de 5 cm, foram instalados sensores digitais modelo DS18B20 com precisão de $\pm 0,5$ °C na faixa de -10 °C a + 85 °C para o monitoramento da temperatura do solo nos períodos experimentais. Os dados foram coletados durante o ciclo da cultura a cada 15 minutos e armazenados em *dataloggers*, construído utilizando placa de portoboard, Arduino Uno, relógio e um módulo micro Sd Card. Com base nos dados obtidos, determinou-se as temperaturas máximas e mínimas e a amplitude térmica diária nos diferentes tratamentos, bem como, a variação da temperatura ao longo do dia até aos 45 dias após o transplante (DAT).

Aos 20, 40 e 60 DAT foi realizada as adubações de cobertura por meio de fertirrigação, com 150 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, usando como fontes nitrato de cálcio e cloreto de potássio, conforme as Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999). No tratamento sem cobertura e com capinas, foram realizadas capinas manuais quando necessário.

Aos 30 DAT, duas plantas de repolho em cada tratamento, foram cortadas ao nível do solo e determinou-se a área foliar (cm²/planta), utilizando medidor de área Licor Equipamentos[®], modelo LI – 3100. Em seguida, folhas e caules foram acondicionados em sacos de papel e levados a estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até atingir massa constante, para determinação da massa da matéria seca total das plantas.

Por ocasião da colheita, aos 90 DAT, as plantas da área útil da parcela foram contadas a fim de avaliar o estande final. Em seguida, seis plantas da fileira central foram colhidas ao nível do solo e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 grama. Determinou-se a massa de matéria fresca total (kg/planta), diâmetro transversal e longitudinal da cabeça (cm), compactidade da cabeça e a produtividade da cabeça (t ha⁻¹).

Para avaliação de compactidade foram atribuídos nota de 1,0 a 3,0, sendo nota 1,0 cabeça pouco compactada e 3,0 muito compactada, seguindo-se o método proposto por Cardoso & Martins (1997). A compactidade das cabeças de repolho de cada parcela experimental foi representada pela nota média de 3 avaliadores.

Os dados obtidos nos ciclos de outono-inverno e verão-outono, para as variáveis área foliar e massa da matéria seca, diâmetro longitudinal e transversal e matéria fresca total, produtividade e compactidade, foram submetidos a análise de variância individualmente. Após, foi realizado o teste da homogeneidade das variâncias residuais, utilizando o teste F máximo de Hartley (1950) (Equação 1). Quando os resultados foram menores que 7, foi realizada a análise conjunta, sendo realizado desdobramentos dos ciclos dentro das coberturas, e das coberturas dentro de cada ciclo.

$$F_m = QMR_{(maior)} / QMR_{(menor)} \text{ (Equação 1).}$$

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, pelo programa SISVAR.

RESULTADOS

As médias das temperaturas máximas e mínimas diárias do solo foram influenciadas pelos tratamentos (com ou sem cobertura do solo) e pelo material usado na cobertura. Em ambos os ciclos, foram constatadas variações nas temperaturas máxima e mínima diária do solo entre as estratégias de cobertura até os 45 DAT (Figura 2). A partir dos 45 DAT, o sombreamento imposto pelas folhas das plantas de repolho e das plantas daninhas no tratamento sem cobertura sem capina impediram que a radiação solar atingisse o solo e/ou as coberturas, não detectando mais diferença nas temperaturas em razão do tipo de cobertura.

No ciclo de outono-inverno, maiores valores de temperatura máxima, foi observado no tratamento solo coberto com filme de polietileno preto, oscilando entre 19,5 e 29,2 °C. Nos tratamentos com filme de polietileno branco, papel reciclado, sem cobertura do solo sem capina e sem cobertura do solo com capinas foram observadas temperaturas máximas entre 19 e 25,7 °C, 16,7 e 24,2 °C, 16,5 e 25 °C e 17 e 26,5 °C, respectivamente (Figura 2A).

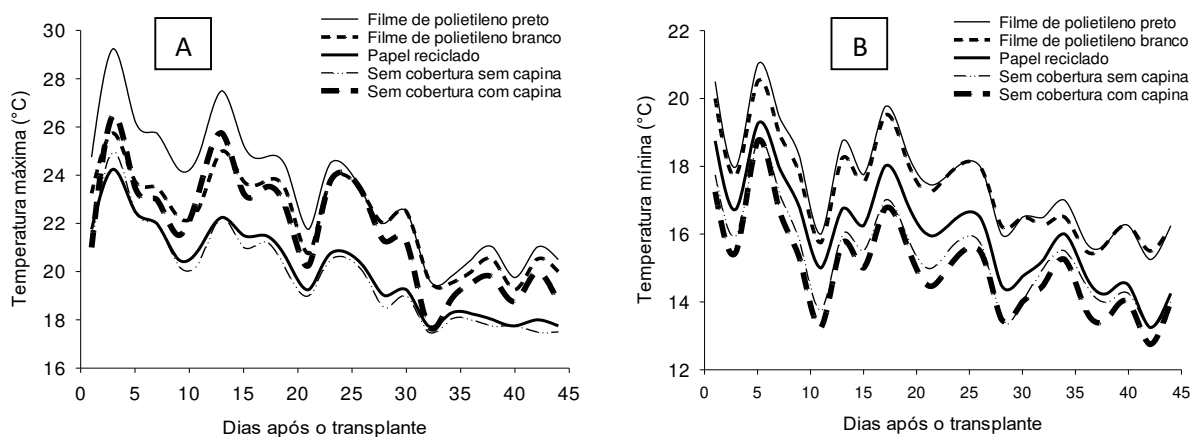


Figura 2 – Temperaturas máxima (A) e mínima (B) do solo durante o ciclo de outono-inverno do repolho, até aos 45 dias após o transplante.

Quando comparado aos tratamentos sem cobertura com capinas e com cobertura com filme de polietileno branco, que obtiveram média das temperaturas máximas em torno de 21,4 e 21,7 °C até os 45 DAT, respectivamente, o filme de polietileno preto aumentou a temperatura máxima do solo em 1,6 e 1,4 °C. A cobertura do solo com papel reciclado aqueceu menos o solo, evidenciado pela média das temperaturas máxima de 19,6 °C, que é 2,1 °C, 1,8 °C e 3,5 °C menor que a verificada no solo coberto com filme de polietileno branco, sem cobertura com capinas e no solo coberto com filme de polietileno preto, respectivamente.

Nos tratamentos sem cobertura do solo, verificou-se temperaturas máximas distintas, sendo que quando não se realizou controle de plantas daninhas, as médias das temperaturas máximas diárias estavam mais baixas, em torno de 19,7 °C, especialmente a partir de 10 DAT (Figura 2A).

A temperatura mínima foi relativamente estável em todos tratamentos até 45 DAT (Figura 2B). Os maiores valores de temperatura mínima, foram observados no tratamento com cobertura com o filme de polietileno preto, oscilando entre 15,2 e 21 °C. Nos tratamentos com filme de polietileno branco, papel reciclado, sem cobertura do solo sem capina e sem cobertura do solo com capinas foram observadas temperaturas mínimas entre 15,2 a 20,5 °C, 13,2 a 19,2 °C, 13,2 a 18,7 °C e 13 a 18,75 °C, respectivamente (Figura 2B).

Menores valores de temperatura do solo foram observados por volta das 6 horas, enquanto que a maior taxa de aquecimento do solo foi observada por volta das 15 horas (Figura 3A). Maiores taxas de amplitude térmica ao longo do dia foram observadas, quando o solo foi coberto com filme de polietileno preto e no tratamento sem cobertura com capinas, com média

de 5,9 °C e 6,7 °C, respectivamente. Por outro lado, a cobertura com papel reciclado apresentou menor amplitude térmica, com média de 4,1 °C. (Figura 3B).

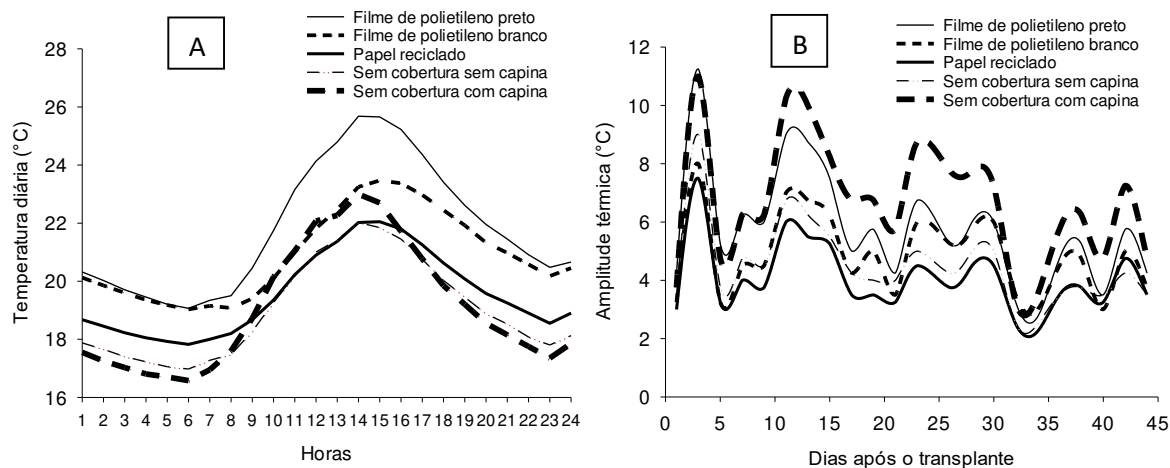


Figura 3-Temperatura do solo ao longo do dia (A) e amplitude térmica do dia até 45 dias após o transplante (B), no ciclo de outono-inverno.

No ciclo de verão-outono, os maiores valores de temperatura máxima, foi observado no tratamento com cobertura do solo com o filme de polietileno preto, oscilando entre 28 e 39,7 °C até aos 45 DAT. Nos tratamentos com filme de polietileno branco, papel reciclado, sem cobertura do solo sem capina e sem cobertura do solo com capinas foram observadas temperaturas máximas entre 23,5 e 36,7 °C, 24 e 30,7 °C, 24 e 35 °C e 26,5 a 35,7 °C, respectivamente (Figura 4A).

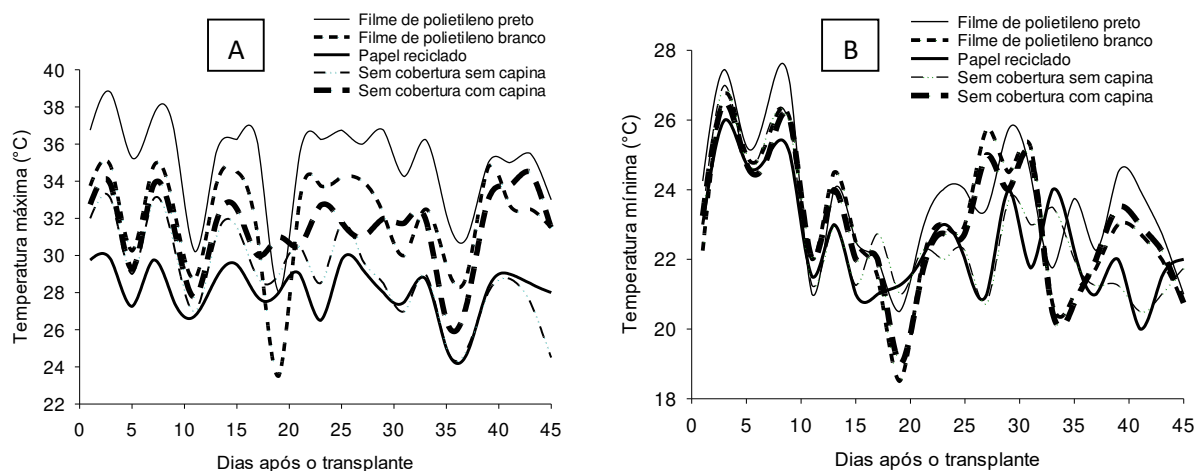


Figura 4 – Temperatura máxima (A) e mínima (B) diária do solo durante o ciclo do repolho até aos 45 dias após o transplante, no ciclo de verão-outono.

O tratamento com a cobertura do solo com o filme de polietileno preto, que apresentou média máxima diária de 35,5 °C até aos 45 DAT, proporcionou aumento da temperatura máxima em 3,3 e 4 °C, em relação aos tratamentos com cobertura com filme de polietileno branco (32,2 °C) e sem cobertura com capinas (31,5 °C), respectivamente (Figura 4A). Assim como no ciclo de outono-inverno, a cobertura do solo com papel reciclado propiciou menor aquecimento do solo, apresentando média da temperatura máxima diária de 28,2 °C, que é 4 °C, 3,3 °C e 7,3 °C menor que a verificada no solo coberto com filme de polietileno branco, sem cobertura com capinas e no solo coberto filme de polietileno preto, respectivamente.

A temperatura mínima do solo foi relativamente estável em todos tratamentos até 45 DAT (Figura 4B). Maiores valores de temperatura mínima, foram observados no tratamento com cobertura com o filme de polietileno preto, oscilando entre 21 e 27,4 °C. Os tratamentos com filme de polietileno branco, papel reciclado, sem cobertura do solo sem capina e sem cobertura do solo com capinas foram observadas temperaturas mínimas entre 22 e 27 °C, 21 e 26 °C, 21,2 e 27,2 °C e 22 e 26,5 °C, respectivamente (Figura 4B).

Houve grande variação da temperatura ao longo do dia, com a temperatura mínima ocorrendo por volta das 5 horas e a máxima em torno de 16 horas para todos os tratamentos avaliados, embora tenha sido verificado nos solos coberto com papel reciclado e sem cobertura sem capina, retardamento do aquecimento, em relação aos demais tratamentos (Figura 5A).

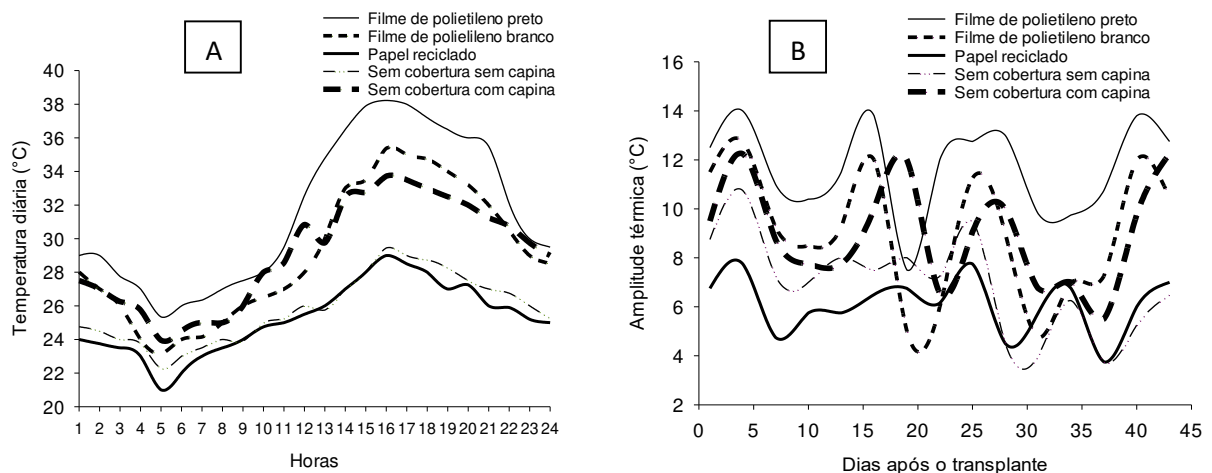


Figura 5 – Temperatura do solo ao longo do dia (A) e amplitude térmica do dia até 45 dias após o transplante (B), no ciclo de verão-outono.

Maiores amplitudes térmicas ao longo do dia, até os 45 DAT, foram observadas quando o solo foi coberto com filme de polietileno preto e com filme de polietileno branco, com média de 11,3 °C e 8,8 °C, respectivamente. Por outro lado, a cobertura com papel reciclado apresentou menor amplitude térmica, com média de 5,3 °C. (Figura 5B).

Para as variáveis área foliar, massa da matéria seca da parte aérea aos 30 DAT, diâmetro longitudinal e transversal da cabeça, massa da matéria fresca total, compactidade e produtividade no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono do repolho, foi realizada análise conjunta, tanto para o desdobramento dos ciclos de cultivo dentro das coberturas, quanto para o desdobramento das coberturas dentro de cada ciclo, uma vez que, os resultados da equação 1, deram menores que 7.

O crescimento inicial das mudas de repolho foi influenciado pelo tipo de cobertura usada e pela época de cultivo (outono-inverno ou verão-outono) em decorrência das variações de temperatura (Tabela 2).

Tabela 2: Área foliar e massa da matéria seca das plantas de repolho aos 30 DAT, no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono.

COBERTURA	CICLOS	
	Outono-inverno	Verão-outono
	Área Foliar (cm ² /planta)	
Filme de polietileno preto	7.182,71 b A	3.480,76 b B
Filme de polietileno branco	9.015,49 a A	4.494,23 b B
Papel reciclado	6.334,47 bc A	6.538,64 a A
Sem cobertura sem capina	5.473,39 c A	3.329,11 b B
Sem cobertura com capina	5.671,19 c B	7.402,79 a A
CV (%)	12,37	
	Matéria seca (g/planta)	
Filme de polietileno preto	54,95 ab A	33,38 b B
Filme de polietileno branco	65,33 a A	48,03 a B
Papel reciclado	53,58 b A	53,33 a A
Sem cobertura sem capina	45,43 b A	35,00 b B
Sem cobertura com capina	44,60 b B	58,25 a A
CV (%)	11,39	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No desdobramento cobertura dentro de cada ciclo, observa-se no ciclo de outono-inverno que o tratamento solo coberto com filme de polietileno branco proporcionou maior

valor de área foliar e de massa da matéria seca das plantas de repolho aos 30 DAT (Tabela 2), evidenciando maior crescimento inicial. Já no ciclo de verão-outono, os tratamentos com filme de polietileno preto, branco e sem cobertura sem capina proporcionaram menores valores de área foliar e de massa da matéria seca, evidenciando a influência negativa do aumento da temperatura do solo e da competição das plantas daninhas com a cultura do repolho por recursos de crescimento (Tabela 2).

No desdobramento ciclo dentro de cada cobertura, verificou-se que o cultivo do repolho na época de outono-inverno proporcionou maior valor de área foliar para os tratamentos com filme de polietileno preto, branco e sem cobertura sem capina, sendo que o tratamento com papel reciclado não diferiu estaticamente em relação ao ciclo de verão-outono (Tabela 2).

Com relação ao diâmetro longitudinal e transversal da cabeça de repolho e massa de matéria fresca total, no desdobramento das coberturas dentro de cada ciclo, verifica-se que no ciclo de outono-inverno, as coberturas do solo com filme de polietileno preto, branco, papel reciclado e sem cobertura com capinas propiciaram maiores valores de diâmetro longitudinal e transversal e matéria fresca total, quando comparado ao tratamento sem cobertura sem capina (Tabela 3).

Tabela 3: Diâmetro longitudinal da cabeça, diâmetro transversal da cabeça e massa da matéria fresca total de repolho aos 90 DAT, no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono.

COBERTURA	CICLOS	
	Outono-inverno	Verão-outono
	Diâmetro longitudinal (cm)	
Filme de polietileno preto	17,01 ab A	12,54 ab B
Filme de polietileno branco	17,15 a A	11,83 b B
Papel reciclado	17,36 a A	14,25 a B
Sem cobertura sem capina	15,27 b A	8,55 c B
Sem cobertura com capina	16,58 ab A	13,56 ab B
CV (%)	6,08	
	Diâmetro transversal (cm)	
Filme de polietileno preto	21,14 a A	18,03 ab B
Filme de polietileno branco	21,25 a A	16,80 b B
Papel reciclado	21,31 a A	19,32 a B
Sem cobertura sem capina	16,83 b A	11,41 c B
Sem cobertura com capina	21,22 a A	18,22 ab B
CV (%)	5,60	
	Matéria fresca total (kg/planta)	
Filme de polietileno preto	3,54 a A	1,33 c B
Filme de polietileno branco	3,51 a A	2,09 b B
Papel reciclado	3,55 a A	2,70 a B
Sem cobertura sem capina	2,08 b A	0,76 d B
Sem cobertura com capina	3,51 a A	2,46 ab B
CV (%)	10,11	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No ciclo de verão-outono, o tratamento sem cobertura sem capina também proporcionou menor diâmetro longitudinal e transversal das cabeças quando comparado aos demais tratamentos, com redução de 5,01 e 6,81 cm, em relação ao solo sem cobertura capinado, evidenciando a competição das plantas daninhas com a cultura do repolho (Tabela 3).

O tratamento sem cobertura sem capina também propiciou menor matéria fresca total, seguido do solo coberto com filme de preto e filme de polietileno branco, com redução de 1,70; 1,13 e 0,37 kg por planta, em relação ao tratamento sem cobertura com capinas, que não diferiu estatisticamente do solo coberto com papel reciclado.

No desdobramento ciclo dentro de cada cobertura, o ciclo de outono-inverno proporcionou maior diâmetro longitudinal e transversal e matéria fresca total para todos os tratamentos avaliados, em relação ao ciclo de verão-outono (Tabela 3).

Para a variável compactidade, no desdobramento cobertura dentro de cada ciclo, no ciclo de outono-inverno, o tratamento sem cobertura do solo sem capina propiciou menor compactidade da cabeça (Tabela 4), em relação aos demais tratamentos, que não diferiram estaticamente. Já no ciclo de verão-outono, os tratamentos com papel reciclado e sem cobertura com capinas proporcionaram a produção de cabeças mais firmes, as quais são preferidas pelos consumidores, em relação aos tratamentos sem cobertura sem capina, solo coberto com filme de polietileno preto e solo coberto com filme de polietileno branco (Tabela 4).

Tabela 4: Média das notas de compactidade da cabeça de repolho aos 90 DAT, no ciclo de outono-inverno e no ciclo de verão-outono.

COBERTURA	CICLOS	
	Outono-inverno	Verão-outono
Filme de polietileno preto	2,54 a A	1,58 b B
Filme de polietileno branco	2,41 a A	1,54 bc B
Papel reciclado	2,16 a A	2,50 a B
Sem cobertura sem capina	1,27 b A	1,00 c B
Sem cobertura com capina	2,38 a A	2,41 a B
CV (%)	14,03	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No desdobramento ciclo dentro de cada cobertura, constatou-se que o ciclo outono-inverno proporcionou maior compactidade da cabeça (cabeças mais firmes) para todos os tratamentos avaliados, em relação ao ciclo verão-outono (Tabela 4).

No final do ciclo do repolho cultivado no outono-inverno o estande de plantas foi de 25.000 plantas ha^{-1} , para todos os tratamentos, enquanto que no ciclo de verão-outono o estande final de plantas foi em média de 25.000 plantas ha^{-1} para os tratamentos com cobertura do solo com papel reciclado e sem cobertura do solo com capinas, mantendo a população inicial, enquanto que para os tratamentos com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e sem cobertura sem capina, o estande caiu para 12.500, 18.750 e 16.667 plantas ha^{-1} , respectivamente.

A produtividade da cultura do repolho foi influenciada pelo tipo de cobertura usada, pela temperatura do solo e pelo ciclo de cultivo (Tabela 5). No desdobramento cobertura dentro de cada ciclo, verifica-se no ciclo de outono-inverno, que o tratamento sem cobertura sem capina proporcionou a menor produtividade, com redução de 51,59 % em relação ao tratamento sem cobertura e capinado (Tabela 5). Quando se utilizou as coberturas, a produtividade para o filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e papel reciclado não diferiu estatisticamente entre si e foi equivalente ao tratamento com capinas e sem cobertura.

Tabela 5: Estande de plantas e produtividade do repolho no ciclo de outono-inverno e verão-outono.

COBERTURA	CICLOS	
	Outono-inverno	Verão-outono
	Estande de plantas (plantas ha ⁻¹)	
Filme de polietileno preto	25.000	12.500
Filme de polietileno branco	25.000	18.750
Papel reciclado	25.000	25.000
Sem cobertura sem capina	25.000	16.667
Sem cobertura com capina	25.000	25.000
Produtividade (t ha ⁻¹)		
Filme de polietileno preto	64,89 a A	20,59 c B
Filme de polietileno branco	69,34 a A	35,95 b B
Papel reciclado	67,99 a A	57,86 a B
Sem cobertura sem capina	32,21 b A	13,79 c B
Sem cobertura com capina	67,59 a A	51,76 a B
CV (%)	9,21	

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). **Letras minúsculas comparam as diferentes coberturas dentro de cada ciclo e letras maiúsculas comparam os ciclos dentro de cada cobertura.

No ciclo de verão-outono, o tratamento sem cobertura sem capina também proporcionou a menor produtividade 73,36 % em relação ao tratamento sem cobertura e capinado. Quando se utilizou as coberturas, o filme de polietileno preto e branco proporcionaram queda na produtividade (20,59 e 35,95 t ha⁻¹), com redução de 64,41 % e 37,86 %, em relação ao papel reciclado (57,86 t ha⁻¹), que não diferiu do tratamento sem cobertura com capinas (Tabela 5).

No desdobramento ciclo dentro de cada cobertura, o ciclo outono-inverno proporcionou maior produtividade para todos os tratamentos em relação ao ciclo de verão-outono (Tabela 5).

DISCUSSÃO

As médias das temperaturas máximas e mínimas diárias do solo foram influenciadas pelo tipo de material usado nas coberturas do solo (Figuras 2 e 4), que dependendo da sua coloração, opacidade ou transparência apresentam maior ou menor capacidade de transmitir energia calorífica e radiações visíveis (SGANZERLA, 1991), aumentando mais ou menos a temperatura do solo (MENESES et al., 2016).

Em ambos os ciclos (outono-inverno e verão-outono), o filme de polietileno preto proporcionou aumento da temperatura máxima do solo em comparação aos demais tratamentos (Figuras 2A e 4A). As coberturas de cores escuras, como o filme de polietileno preto, absorvem mais radiação de ondas curtas do que as cores claras, aumentando o saldo de radiação na superfície, o que propicia o aquecimento do solo (IBARRA-JIMÉNEZ et al., 2008; SCHIMEL et al., 2017). Haapala et al. (2015), trabalhando com a cultura do pepino também verificaram que a coberturas do solo com superfície de coloração escura, elevou a temperatura do solo em comparação as coberturas com superfície de cor clara.

O filme de polietileno branco e o preto proporcionaram maior aquecimento do solo em relação ao solo sem cobertura com capinas (Figuras 2 e 4). Resultados semelhantes foram encontrados por Ibarra-Jiménez et al. (2008) que trabalhando com pepino verificaram que o filme de polietileno branco ou branco sobre preto induziu o aumento da temperatura máxima e média do solo em comparação ao solo sem cobertura. Freitas (2017), estudando o efeito das coberturas sobre a temperatura do solo, também observou que o solo coberto com filme de polietileno preto elevou a temperatura em 6,1 °C em relação ao solo sem cobertura.

A cobertura do solo com papel reciclado reduziu o aquecimento do solo, evidenciado pela média das temperaturas máxima de 19,6 °C, que é 2,1 °C, 1,8 °C e 3,5 °C menor que a verificada no solo coberto com filme de polietileno branco, sem cobertura com capinas e no solo coberto com filme de polietileno preto, respectivamente, no ciclo de outono-inverno, e 4 °C, 3,3 °C e 7,3 °C menor no ciclo de verão-outono (Figuras 2A e 4A). Devido a cor mais clara, o papel reciclado apresenta maior capacidade de refletir radiação solar do que os filmes de polietileno e do solo sem cobertura, acarretando em menor aquecimento, além de não ser bom condutor de calor, retardando o aquecimento do solo ao longo do dia (RUNHAM et al., 1998.; FREITAS, 2017).

Nos tratamentos sem cobertura do solo, verificou-se que quando não se realizaram as capinas as médias das temperaturas máximas diárias estavam mais baixas (Figuras 2A e 4A).

Com o crescimento e desenvolvimento das plantas daninhas ocorre redução do aquecimento do solo, devido ao intenso sombreamento, impedindo que a radiação solar chegue diretamente ao solo (COELHO et al., 2013).

Tanto no ciclo de outono-inverno, como no ciclo de verão-outono a cobertura com papel reciclado proporcionou menor amplitude térmica, com redução de 1,8 °C no ciclo de outono-inverno e 6 °C no ciclo de verão-outono, em relação ao filme de polietileno preto (Figuras 3B e 5B). Essa menor amplitude ao longo dia, se deve ao fato deste ter promovido redução no aquecimento excessivo do solo nos horários com maior temperatura do ar e radiação solar e diminuição da perda de calor durante a madrugada, funcionando como isolante térmico. Esses resultados corroboram com Freitas (2017), que trabalhando com a cultura da alface, verificou que a cobertura do solo com papel reciclado reduziu a amplitude térmica em 5,3 °C em comparação ao solo coberto com filme de polietileno preto.

O crescimento inicial das mudas de repolho foi influenciado pelo tipo de cobertura usada e pelo ciclo (outono-inverno ou verão-outono), em decorrência das variações de temperatura (Tabela 2). No ciclo de outono-inverno, o tratamento solo coberto com filme de polietileno branco proporcionou maior valor de área foliar e de massa da matéria seca das plantas de repolho do que os demais tratamentos aos 30 DAT, evidenciando maior crescimento inicial. Durante o inverno, o aumento da temperatura do solo ocasionado pelo filme de polietileno pode aumentar o desenvolvimento das culturas, em razão, da maior absorção de água e de nutrientes pelas raízes (ARAÚJO, 2011). Desde que a temperatura não promova aumento da transpiração, o aquecimento do solo proporciona aumento da atividade metabólica, aumentando a atividade fotossintética (IBARRA-JIMÉNEZ et al., 2008).

Já no ciclo de verão-outono em que as condições ambientais são caracterizadas por temperatura do ar mais elevada, o filme de polietileno preto e branco, que obtiveram maiores temperaturas máximas do solo (Figura 4A), proporcionaram menores valores de área foliar, evidenciando a influência negativa do aquecimento excessivo do solo (Tabela 2). Durante o verão, em regiões que possuem temperatura média elevada, a cobertura do solo com filmes de polietileno, pode ocasionar a diminuição do crescimento das plantas em função de afetar a comunidade microbiana no solo e interferir negativamente no desenvolvimento de raízes e na absorção de nutrientes pelas plantas (CARVALHO et al., 2005; COELHO et al., 2013; CUNHA et al., 2014), além de favorecer a ocorrência de doenças radiculares causadas por patógenos termotolerantes (LINHARES et al., 2018).

Nascimento et al. (2018) relataram que o filme de polietileno branco propiciou maior incidência de podridão radicular em plantas de melão em relação ao solo sem cobertura, onde os principais fungos isolados de raízes sintomáticas foram *Fusarium solani*, *Macrophomina phaseolina*, *Monosporascus cannonballus* e *Rhizoctonia solani*, o que pode influenciar na produtividade da cultura.

O tratamento sem cobertura sem capina também proporcionou baixo valor de área foliar e matéria seca total aos 30 DAT (Tabela 2), além de proporcionar menor produtividade (Tabela 5), devido à competição exercida pelas plantas daninhas com a cultura do repolho por recursos como luz, nutriente e espaço. Entretanto, deve ser ressaltado que neste trabalho a umidade do solo foi mantida em níveis adequados, com irrigação diferenciada em cada unidade experimental, de modo a não haver competição por este recurso.

No ciclo de outono-inverno, o diâmetro transversal e longitudinal, a compacidade (firmeza), a matéria fresca total e a produtividade nos tratamentos com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco, papel reciclado e sem cobertura com capinas não diferiram estatisticamente (Tabelas 3, 4 e 5). Porém no ciclo de verão-outono, nos tratamentos com a cobertura do solo, o papel reciclado proporcionou produção de plantas maiores (2,70 Kg/planta), mais firmes (compacidade 2,50) e com maior diâmetro transversal (19,32 cm) e longitudinal (14,25 cm) e com isso, maior produtividade (57,86 t ha⁻¹) em relação ao filme de polietileno preto (20,59 t ha⁻¹) e ao filme de polietileno branco (35,95 t ha⁻¹) (Tabelas 3, 4 e 5). Este resultado possivelmente está relacionado à elevação da temperatura do solo pelo uso do filme de polietileno preto e filme de polietileno branco, com aumento de 7,3 e 4°C, respectivamente, em relação ao tratamento com papel reciclado, valor este que influenciou negativamente no desenvolvimento da cultura, propiciando a formação de cabeças pequenas e pouco compactas, e conseqüentemente perdas de produtividade, enquanto que o papel reciclado reduziu o aquecimento do solo ao longo do ciclo do repolho e diminuiu a amplitude térmica em comparação aos tratamentos com as coberturas do solo, o que influenciou positivamente o crescimento do repolho, propiciando a produção de cabeças maiores e conseqüentemente maior produtividade.

Além do menor crescimento das plantas, a elevação excessiva da temperatura no ciclo verão-outono promovida pelos filmes de polietileno branco e principalmente o preto, prejudicaram o pegamento das mudas após transplante, resultando em redução expressiva no estande final e conseqüentemente, na produtividade.

No final do ciclo do repolho, no ciclo de outono-inverno o estande de plantas foi em média de 25.000 plantas ha⁻¹, para todos os tratamentos. Porém, no ciclo de verão-outono o estande final de plantas foi em média de 25.000 plantas ha⁻¹ para os tratamentos com cobertura do solo com papel reciclado e sem cobertura do solo com capinas e 12.500, 18.750 e 16.667 plantas ha⁻¹, para o filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e sem cobertura sem capina, respectivamente (Tabela 5). O menor número de plantas para os tratamentos com filme de polietileno preto e filme de polietileno branco se deve a maior temperatura do solo e na superfície dos filmes, o que provocou queimadura nas folhas e raízes, impedindo o estabelecimento das mudas em campo. Já no tratamento sem cobertura sem capina, a intensa competição das plantas daninhas com a cultura do repolho propiciou a morte das plantas.

CONCLUSÕES

A cobertura do solo com papel reciclado propiciou menor aquecimento do solo e amplitude térmica independente do ciclo.

A cobertura do solo com filme de polietileno preto ou branco e o papel reciclado podem ser usadas no cultivo do repolho em condições de temperaturas amenas (ciclo de outono-inverno)

O papel reciclado é a melhor cobertura para cultivo em épocas do ano com temperaturas elevadas (ciclo de verão-outono).

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A. P. **Produção, qualidade e efeitos microclimáticos no cultivo de tomate industrial em diferentes coberturas do solo no município de Baraúna, RN.** 2011. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2011.
- CARDOSO, M. O.; MARTINS, G. C. Avaliação de cultivares/híbridos de repolho (*Brassica oleracea* var. capitata) em ecossistemas de terra firme no estado do Amazonas. **Embrapa-CPPA**, n. 28, p.2. 1997.
- CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.5, p.935-939, 2005.
- COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. G. O. Production and efficiency of water usage in capsicum crops under no-tillage and conventional planting systems. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, p.741-749, 2013.
- CUNHA, J. L. X. L.; FREITAS, F. C. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FONTES, L. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; GUIMARÃES, L. M. S. Comunidade microbiana do solo cultivado com pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional associado ao manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.32, n.3, p.543-554, 2014.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. **Revista Atual**. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- FREITAS, A. R. J. **Potencial do papel no cultivo da alface visando controle de plantas daninhas, temperatura e perda de água.** 2017. 55 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa. 2017.
- HAAPALA, T.; PALONEN, P.; TAMMINEN, A.; AHOKAS, J. Effects of different paper mulches on soil temperature and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in the temperate zone. **Agricultural and food Science**, v.24, p.52-58, 2015.
- IBARRA-JIMÉNEZ, L.; ZERMENÃO-GONZÁLEZ, A.; MUNGUIÁ-LÓPEZ, J.; QUEZADA-MARTÍN, M.A.R.; ROSA-IBARRA, M. Photosynthesis, soil temperature and yield of cucumber as affected by colored plastic mulch. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B - Soil and Plant Science**, v.58, p.372-378. 2008.
- LINHARES, C. M. S.; FREITAS, F. C. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NUNES, G. H. S.; SILVA, K. S. Efeito de coberturas do solo sobre a podridão cinzenta do caule em *Vigna unguiculata*. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 44, n. 2, p. 148-155, 2018.
- MORAIS E. R. C.; MAIA C. E.; NEGREIROS M. Z.; ARAÚJO JÚNIOR B. B.; MEDEIROS J. F. Crescimento e produtividade do meloeiro Goldex influenciado pela cobertura do solo. **Scientia Agrária** 9: 129-137. 2008.

MULLER, A. G. **Comportamento térmico do solo e do ar em alface (*Lactuca sativa*) para diferentes tipos de cobertura do solo**. 1991. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba-SP, 1991.

NASCIMENTO, P. G. M. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; FREITAS, F. C. L.; CRUZ, B. L. S.; DANTAS, A. M. M.; JÚNIOR, R. S.; SILVA, W. L. Incidence of root rot of muskmelon in different soil management practices. **European Journal of Plant Pathology**, 152:433–446. 2018.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ci. Agrotéc.**, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.; V.H. (Ed.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

ROSSETO, R. E.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; CHANG, P. Temperatura do solo e desenvolvimento de cultivos agrícolas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.6, n. especial, p.95-103, 2017.

RUNHAM, S.; TOWN, S.; FITZPATRICK, J. Evaluation over four seasons of a paper mulch used for weed control in vegetables. **Acta Horticulturae**, v.513, p.193–202, 1998.

SCHIRMEL, J.; ALBERT, J.; KURTZ, M. P.; MUNOZ, K. Plasticulture changes soil invertebrate assemblages of strawberry fields and decreases diversity and soil microbial activity. **Applied Soil Ecology** (2017), <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.11.025>.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: A fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 4a ed. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha, 1991. 303p.

SILVA, G. H. **Abobrinha italiana cultivada com diferentes coberturas do solo e áreas molhadas**. 2018. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa. 2018.

SILVA, K. S.; SANTOS E. C. M; BENETT, C. G. S; LARANJEIRA, L. T; EBERHARDT NETO, E.; COSTA, E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. **Horticultura Brasileira** 30: 520-525, 2012.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, J. F.; FERNANDES, D.; GRANGEIRO, L. C.; TOMAZ, H. V. Q.; RODRIGUES, A. P. M. S. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 3, p. 547-556, 2012.

ZHANG, Y.; HAN, J.H.; KIM, G.N. Biodegradable Mulch Film Made of Starch-Coated Paper and Its Effectiveness on Temperature and Moisture Content of Soil. **Communications in Soil Science & Plant Analysis**, v.39, n.1, p.1026–1040, 2008.

APÊNDICE

Tabela 6: Resumo da análise de variância para área foliar aos 30 dias após o transplante (AF (30 DAT)), massa da matéria seca aos 30 dias após o transplante (MS (30 DAT)), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), massa da matéria fresca total (MFT), compactidade (COMP) e produtividade (PROD) do repolho no ciclo de outono-inverno e verão-outono.

FV	GL	Quadrados médios						
		AF (30 DAT)	MS (30 DAT)	DL	DT	MFT	COMP	PROD
Cobertura	4	7986625,81	370,08	17,52	50,76	3,87	2,04	2040,10
Ciclo	1	28437611,45	515,52	204,68	129,12	19,85	1,23	6010,77
Bloco	3	464694,22	93,72	3,18	1,21	0,017	0,09	13,89
Cobertura x Ciclo	4	13782741,09*	401,04*	4,85*	3,61*	0,57*	0,63*	391,82*
Erro	27	531063,87	31,38	0,77	1,08	0,068	0,08	19,76
CV (%)	–	12,37	11,39	6,08	5,60	10,11	14,03	9,21
Média geral	–	5892,28	49,18	14,41	18,56	2,57	1,98	48,25

*F significativo a 5%

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumidor final de hortaliças folhosas, como o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), vem indagando as práticas agrícolas com relação à segurança ambiental e alimentar. A preocupação com a escassez de água, a exigência por alimentos de melhor qualidade e a preocupação com o ambiente, vem aumentando os desafios dos agricultores, que necessitam elevar a produtividade utilizando o mínimo de agroquímicos e usando sistemas de irrigação mais eficientes quanto ao consumo de água. Neste contexto vem se buscando práticas alternativas, como as coberturas do solo.

A cobertura do solo com filme de polietileno preto, filme de polietileno branco e papel reciclado é uma estratégia eficaz para o aumento da eficiência do uso da água, por reduzir a perda de água do solo por evaporação e no controle de plantas daninhas, reduzindo o consumo de herbicidas. No entanto, dependendo das características do material empregado, as coberturas aumentam a temperatura do solo, que em função das condições climáticas na época do cultivo, influenciam negativamente o crescimento e a produtividade do repolho.

A cobertura do solo com filme de polietileno preto e filme de polietileno branco propicia maior aquecimento do solo, as quais são benéficas para o crescimento e produtividade do repolho em condições de temperaturas amenas, porém, em condições de temperaturas elevadas promovem redução no estande de plantas e queda na produtividade. Já as coberturas com papel reciclado propiciam menor aquecimento do solo, não afetando o crescimento do repolho. Dessa forma, recomenda-se o uso das coberturas do solo com filme de polietileno preto ou branco e papel reciclado em condições de temperaturas amenas, e em épocas do ano com temperaturas elevadas, recomenda-se a cobertura com papel reciclado.

Os resultados obtidos abrirão novas perspectivas de valorização da utilização de cobertura do solo, como alternativa para o manejo de plantas daninhas e economia de água na irrigação, em diferentes épocas do ano, de modo a promover o crescimento do setor produtivo de forma sustentável.