

AGNALDO ROBERTO DE JESUS FREITAS

**POTENCIAL DO PAPEL NO CULTIVO DA ALFACE VISANDO CONTROLE
DE PLANTAS DANINHAS, TEMPERATURA E PERDA DE ÁGUA**

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*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

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

T

F866p
2017

Freitas, Agnaldo Roberto de Jesus, 1985-

Potencial do papel no cultivo da alface visando controle de plantas daninhas, temperatura e perda de água / Agnaldo Roberto de Jesus Freitas. – Viçosa, MG, 2017.
viii, 45f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Paulo Geraldo Berger.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. *Lactuca sativa* L. 2. Coberturas do solo. 3. Filmes plásticos. 4. Papel - Utilização na agricultura. 5. Água - Uso .
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 635.52

AGNALDO ROBERTO DE JESUS FREITAS

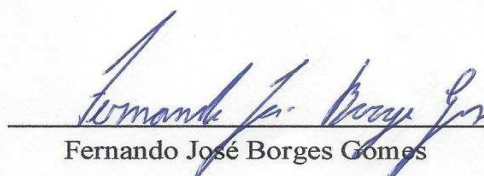
**POTENCIAL DO PAPEL NO CULTIVO DA ALFACE VISANDO CONTROLE
DE PLANTAS DANINHAS, TEMPERATURA E PERDA DE ÁGUA**

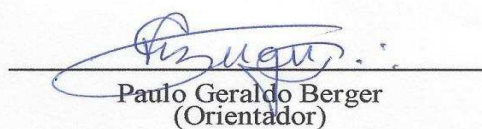
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de outubro de 2017.


Caetano Marciano de Souza
(Coorientador)


Francisco Cláudio Lopes de Freitas
(Coorientador)


Fernando José Borges Gomes


Paulo Geraldo Berger
(Orientador)

*Dedico aos meus pais,
Antônio e Maria de Fátima,
e à minha irmã Cláudia*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado capacidade e coragem para seguir meus objetivos e chegar até aqui.

Aos meus pais, Antônio Cipriano e Maria de Fátima, e a toda a minha família pelo amor, apoio, incentivo, confiança dedicados a mim durante este e tantos outros momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa pelo acolhimento e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, professor Paulo Geraldo Berger, e aos coorientadores, professores Caetano Marciano de Souza, Francisco Cláudio Lopes de Freitas, pela valiosa atenção, paciência, orientação e amizade durante execução deste trabalho, o qual contribuiu para meu amadurecimento e formação profissional.

Os professores Fernando José Borges Gomes e Rubens Chaves de Oliveira, pela contribuição na elaboração do trabalho, na aquisição dos papéis junto as empresas de fabricação de papel e nos testes realizados nos papéis pelo Laboratório de Papel e Celulose da UFV.

Agradeço a Angélica e a empresa Ponte Nova Papéis pela doação das bobinas de papel reciclado para realização do trabalho.

Aos colegas e amigos do Departamento de Fitotecnia e Solos, pela ajuda e amizade durante o período de convivência nos departamentos.

Aos funcionários da Horta Velha do Departamento de Fitotecnia pela ajuda na execução dos trabalhos em campo.

Ao Neput, pelo apoio e amizade dos funcionários Graça, Pedro e especialmente ao Professor João Luiz Lani, pelos conselhos e ensinamentos, que serão levados para a vida toda.

Enfim, agradeço a todos, que fizeram parte da minha vida e de alguma forma contribuíram para realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

AGNALDO ROBERTO DE JESUS FREITAS – Filho de Antônio Cipriano de Freitas e Maria de Fátima Freitas, nasceu em Viçosa, Minas Gerais, no dia 10 de setembro de 1985.

Cursou o ensino fundamental e médio em Viçosa, Minas Gerais. Em agosto de 2008, iniciou o curso de graduação em Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV). Realizou o programa Ciência sem Fronteira na Hungria no período de julho de 2013 a setembro de 2014. Graduiu-se em agronomia em janeiro de 2015.

Em agosto de 2015 iniciou o Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa - UFV, submetendo-se à defesa da Dissertação em outubro de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
2. CAPÍTULO 1 - POTENCIAL DO PAPEL NO CULTIVO DA ALFACE VISANDO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, TEMPERATURA DO SOLO E PRODUTIVIDADE.....	5
2.1. RESUMO.....	5
2.2. ABSTRACT	6
2.3. INTRODUÇÃO.....	7
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
2.6. CONCLUSÕES	21
2.7. REFERÊNCIAS BLIBIOGRÁFICAS	21
3. CAPÍTULO 2 - USO DO PAPEL RECICLADO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, TEMPERATURA DO SOLO E ECONOMIA DE ÁGUA EM CULTIVO DE ALFACE.....	25
3.1. RESUMO.....	25
3.2. ABSTRACT	26
3.3. INTRODUÇÃO.....	27
3.4. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
3.6. CONCLUSOÊS	41
3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	45

RESUMO

FREITAS, Agnaldo Roberto de Jesus, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2017. **Potencial do papel no cultivo da alface visando controle de plantas daninhas, temperatura e perda de água.** Orientador: Paulo Geraldo Berger. Coorientadores: Caetano Marciano de Souza e Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

Entre os grandes desafios no cultivo de hortaliças folhosas esta o controle de plantas daninhas e a otimização no consumo de água. O uso do papel como cobertura do solo visa a redução da incidência de plantas daninhas, redução do aquecimento e da amplitude térmica do solo; manter a umidade do solo e conseqüentemente, reduzir o consumo e aumentar a eficiência do uso da água. Ademais, o papel por se tratar de um material biodegradável é melhor ambientalmente, se comparada com o uso do filme de polietileno. Este trabalho consistiu em avaliar diferentes tipos de papéis sobre a produtividade da cultura da alface, controle de plantas daninhas; temperatura do solo; consumo e eficiência no uso da água comparado ao filme de polietileno preto e solo sem cobertura com capina e sem capina. No experimento 1, o estudo consistiu no uso de cinco tipos de papéis: reciclados 1 (131 g/m²) e 2 (139 g/m²); semi-Kraft (117 g/m²); jornal (54 g/m²) e papel da palha de cana-de-açúcar (64 g/m²); comparados com os sistemas tradicionais de uso de filme de polietileno preto, solo sem cobertura com capinas e sem capinas. No experimento 2, os tratamentos constituíram na cobertura do solo com papel reciclado (131 g/m²), filme de polietileno preto, solo sem cobertura com capinas e sem capinas. Como resultados no experimento 1, todos papéis foram eficientes na redução do aumento da temperatura do solo em relação ao solo sem cobertura com capinas e ao filme de polietileno. Os papéis para jornal e da palha da cana-de-açúcar apresentaram maiores danos mecânicos e menor eficiência no controle de plantas daninhas comparativamente aos demais papéis. Os papéis semi-kraft, reciclados 1 e 2 e o filme de polietileno foram igualmente eficientes no aumento do número de folhas por planta resultando no incremento de produtividade em relação ao tratamento sem cobertura com capina, além do eficiente controle de plantas daninhas. No segundo experimento o papel reciclado e o filme de polietileno preto foram igualmente eficientes no controle de plantas daninhas. O papel reciclado reduziu o aquecimento do solo, reduziu o consumo de água e aumentou a produtividade e eficiência do uso da água em relação ao solo sem cobertura com capinas e ao filme de polietileno. Concluiu-se que os papéis semi-kraft e reciclado 1 e 2, possuem potencial

para serem utilizados como cobertura de solo na cultura do alface, pois estes diminuem a temperatura do solo, reduzem a infestação de plantas daninhas e favorecem o aumento da produtividade da alface, além do papel reciclado 1 reduzir o consumo de água e aumentar a eficiência do uso da água. Esses papéis ainda possuem a vantagem de serem biodegradáveis, portanto podem ser incorporados ao solo no final do ciclo da cultura.

ABSTRACT

FREITAS, Agnaldo Roberto de Jesus, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2017. **Potential of paper in lettuce cultivation for weed control, temperature and loss of water.** Adviser: Paulo Geraldo Berger. Co-advisers: Caetano Marciano de Souza and Francisco Cláudio Lopes de Freitas.

Two of the great challenges of the vegetables production is the weed control and optimization of the water consumption. The use of paper mulch has the aims to reduce the weed incidence, reduce the soil temperature, keep the soil moister and consequently reduce de water consumption and increase the efficiency of water use. Moreover, the paper is a biodegradable material and more environmentally friendly to polyethylene mulch. This study aimed to evaluate different types of paper in lettuce yield, weed control, soil temperature, consumption and efficiency of water use compared to black polyethylene and uncovered soil with weed control and no weed control. In the experiment 1, the study corresponded to five types of papers: recycled 1(131 g/m²) and 2 (139 g/m²); semi-kraft (117 g/m²); newspaper (54 g/m²) and paper from sugar cane straw (64 g/m²); compared with black polyethylene, and uncovered soil with weed control and no weed control. In the Experiment 2 the treatments were the soil covered with recycled paper (131 g/m²), black polyethylene, and the uncovered soil with weed control and no weed control. The results of the experiment 1, all papers were efficient at reducing the soil temperature in relation to the uncovered soil with weeds control and the black polyethylene. The newspaper and paper from sugar cane presented greater mechanical damage and less efficiency weed control compared to semi-kraft and recycled paper 1 and 2. The semi-kraft, recycled papers 1 and 2 and the polyethylene were equally efficient in increasing the number of leaves per plant, resulting in increased of lettuce yield, in relation to the treatment uncovered soil with weed control. In the second experiment the recycled paper was efficient in the weed control, reduced soil temperature, increasing the lettuce yield and efficiency of water use in relation to uncovered soil with weed control and polyethylene. We concluded that the semi-Kraft and recycled paper 1 and 2 have the potential to be used as mulching in the lettuce production, because they reduce the soil temperature, reduce the weed infestation, improve the lettuce yield and in addition the recycled 1 paper reduce the water consumption and improve the efficiency of water use. These papers have the advantage to be biodegradable, and can be incorporated into the soil at the end of the crop cycle.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil são produzidas e consumidas mais de 70 espécies de hortaliças. Essas hortaliças, especialmente as folhosas, como é o caso da alface (*Lactuca sativa L.*), normalmente demandam grande quantidade de água para irrigação, em razão da sua grande capacidade transpiratória. Há também a necessidade de que a água seja de boa qualidade, pois essas hortaliças são consumidas in natura (Oliveira & Perez, 2014).

Como para qualquer cultura, as práticas como aração, gradagem, destorroamento, encanteiramento, adubações química e orgânica e irrigações frequentes e abundantes, facilitam a ocorrência de elevadas populações de plantas daninhas, dificultando a exploração da área e conseqüentemente, aumentando os custos de produção (Silva et al., 2007c, Pereira, 2008). Em áreas cultivadas com alface o controle de plantas daninhas é realizado normalmente por meio de capinas manuais, que é limitado, devido ao espaçamento reduzido entre plantas. O controle químico praticamente não é utilizado na alface devido, em parte, à pequena disponibilidade de herbicidas registrados (Hirata et al., 2014) e também, pela necessidade da produção de produtos com menor uso de agrotóxicos, principalmente em culturas com ciclo muito curto e cujas folhas são consumidas in natura.

Atualmente, a exigência por alimentos de melhor qualidade e a preocupação com o ambiente, aliadas a baixa disponibilidade de mão-de-obra, tem resultado na busca de práticas alternativas que sejam eficientes no controle de plantas daninhas, e que resultem na redução do consumo de água, possibilitando manter uma boa produção com sustentabilidade. Nesse contexto existe a possibilidade do uso de cobertura do solo com material orgânico e inorgânico.

Com relação aos materiais inorgânicos, a cobertura do solo com o filme de polietileno é a mais utilizada em hortaliças, em função do controle eficiente das plantas daninhas e no aumento da eficiência no uso da água por reduzir perdas por evaporação (Teófilo et al., 2012). Entretanto, por se tratar de um material sintético, que não se decompõe facilmente, ao final do ciclo deve-se fazer sua remoção da área, destinando-o corretamente, de modo a prevenir a poluição ambiental (Kyrikou, 2007). Outro inconveniente do filme de polietileno, especialmente na cor preta, é a elevação da temperatura do solo (Ibarra-Jiménez et al., 2008; Coelho et al., 2013a), que, em condições tropicais com temperaturas elevadas, pode prejudicar o crescimento das

plantas (Lamont et al., 2005, Coelho et al., 2013a), além de prejudicar a comunidade microbiana no solo (Cunha et al., 2014).

Outra alternativa de cobertura do solo é o uso de materiais orgânicos, como resíduos vegetais (Queiroga et al., 2002; Teófilo et al., 2012). Essa cobertura do solo tem como intuítos principais reduzir a incidência de plantas daninhas e a amplitude térmica do solo, além de contribuir para a manutenção da umidade do solo (Resende et al., 2005; Coelho et al., 2013a).

Também como material orgânico tem-se a possibilidade do uso do papel, que é composto basicamente por poupa celulósica e de carga mineral que pode chegar a 30 % do peso total e tem como principal componente o precipitado de carbonato de cálcio (Hubbe & Gill, 2016). O papel por ser um material biodegradável, não há necessidade de sua retirada do campo, podendo ser incorporado no solo, o que possibilita a redução de custos (Merfield, 2002), além da possibilidade da liberação do cálcio para o solo.

Os primeiros registros do uso do papel na agricultura foram relatados no Hawaii em 1914 na cultura de cana-de-açúcar e em 1929 na cultura do abacaxi, com intuito de reduzir incidência das plantas daninhas (Smith, 1931). Desde então vários trabalhos foram realizados com diferentes tipos de papéis, sendo o papel tipo kraft o mais utilizado, devido a sua alta resistência (Haapala et al., 2014). Esses estudos demonstraram que o papel é eficaz em reduzir o aquecimento do solo (Monks et al., 1997; Coolong, 2010) e também no controle de plantas daninhas (Moreno et al., 2013; Haapala et al., 2015). Além disso, o papel pode manter a umidade do solo por um período maior (Chakraborty et al., 2010), possibilitando com isso a redução do consumo de água e, conseqüentemente, elevação na eficiência do uso da água (relação entre a quantidade do produto produzido e o volume de água consumida).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de diferentes tipos de papéis na produtividade da cultura da alface, controle de plantas daninhas, temperatura do solo, consumo e eficiência do uso da água comparado ao filme de polietileno preto e solo sem cobertura com capina e sem capina.

1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, n. 3, p. 738-748, 2010.
- 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, n.3, p.738-748, 2010.
- COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta daninha**, v.31, n. 2, p. 369-378, 2013a.
- 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.
- COOLONG, T. Performance of Paper Mulches Using a Mechanical Plastic Layer and Water Wheel Transplanter for the Production of Summer Squash. **HortTechnology**, v.20, n.3, p.319-324, 2010.
- CUNHA, J.L.X.L.; FREITAS, F.C.L.; COELHO, M.E.H.; SILVA, M.G.O.; SILVA, K. S.; NASCIMENTO, P.G.M.L. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Agroambiente**, v.8, p.119-126, 2014.
- 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.
- HAAPALA, T.; PALONEN, P.; KORPELA, A.; AHOKAS, J. Feasibility of paper mulches in Crop Production. **Agric food Sci.** v.23, n.1, p.60-79, 2014.
- HIRATA, A.C.S.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. In: MONQUERO, P.A. Manejo de plantas daninhas em culturas agrícolas. 1ed. São Carlos: Rima, v.1, p.155-178, 2014.
- 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 Agricultura e Scandinavica Section B-Soil and Plant Science**, v.58, n.2, p. 372-378, 2008.
- KYRIKOU, I. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review. **Journal of Polymers and the Environment**, v.15, n.1, p.125-150, 2007.
- LAMONT, J.W. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. **HortTechnology**, v.15, p.477-481, 2005.

MERFIELD, C. Organic Weed Management: A Practical Guide. 30p. Lincoln University, http://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/10182/4902/1/Merfield_organic_weed_2002.pdf, 01.03.2017.

MONKS, D.C.; MONKS, D.W.; BASDEN, T.; SELDERS, A.; POLAND, S.; RAYBURN, E. Soil Temperature, Soil Moisture, Weed Control, and Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Response to Mulching. **Weed Technology**, v.11, p.561-566, 1997.

MORENO, M.M.; MORENO, C.; TARQUIS, A.M. Mulch materials in processing tomato: a multivariate approach. **Scientia Agricola**, v.70, n.4, p.250-256, 2013.

OLIVEIRA, A.A.B.; PEREZ, L.F. Contaminação de enteroparasitas em folhas de alface (*lactuca sativa*) e agrião (*nasturtium officinalis*) em duas hortas comerciais de foz do iguaçu, estado do paraná, Brasil. **Novo Enfoque**, v.18, n.18, p.109-124, 2014.

PEREIRA, W. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. In: VARGAS, L e ROMAN, E.S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**. p.603-658, 2008.

QUEIROGA, R.C.F.; NOGUEIRA, I.C.C.; BEZERRA NETO, F.; MOURA, A.R.B. D.; PEDROSA, J.F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.3, p. 416-418, 2002.

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. **Ciência e agrotecnologia**, v.29, n.1, p.100-105, 2005.

SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., FERREIRA, L.R, SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. **Editora UFV**, 2007. 367p.

SMITH, A. Effect of paper mulches on soil temperature, soil moisture, and yields of crops. **Hilgardia**, v.6, p.159-201, 1931.

TEÓFILO, T.D.S., FREITAS, F.C.L., MEDEIROS, J.D., SILVA, D.D., GRANGEIRO, L.C., & TOMAZ, H.D.Q. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, v.30, n.3, p. 547-556, 2012.

2. CAPÍTULO 1

POTENCIAL DO PAPEL NO CULTIVO DA ALFACE VISANDO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, TEMPERATURA DO SOLO E PRODUTIVIDADE

2.1. RESUMO

A cobertura do solo com material orgânico é uma técnica utilizada com intuito de reduzir a incidência de plantas daninhas e manutenção da temperatura e umidade do solo. Dentre os materiais orgânicos para cobertura do solo tem-se a possibilidade do uso do papel que é ambientalmente correto se comparado ao filme de polietileno. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do uso de diferentes tipos papéis sobre o controle de plantas daninhas, temperatura do solo e produtividade da alface (*Lactuca sativa L.*) em comparação ao filme de polietileno preto. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições. O estudo consistiu no uso de cinco tipos de papéis: reciclados 1 (131 g/m²) e 2 (139 g/m²); semi-Kraft (116 g/m²); papel para impressão de jornal (54,06 g/m²) e papel da palha de cana-de-açúcar (64 g/m²); comparados com os sistemas tradicionais de uso de filme de polietileno preto, solo sem cobertura com capinas e sem capinas. A cobertura do solo com papéis reduziram o aquecimento do solo em torno de 3° em relação ao solo sem cobertura com capinas. Os papéis para jornal e da palha da cana-de-açúcar apresentaram maiores danos mecânicos e menor controle de plantas daninhas comparado aos demais papéis. Os papéis semi-kraft, reciclados 1 e 2 e o filme de polietileno foram igualmente eficientes no controle de plantas daninhas e aumento da produtividade em relação aos demais papéis e ao tratamento sem cobertura do solo com capinas. Conclui-se que os papéis reciclados 1 e 2, e semi-kraft possuem maior potencial para serem usados no cultivo de alface, em razão da redução da temperatura do solo, eficiente controle de plantas daninhas e aumento da produtividade, e possuem a vantagem de serem biodegradáveis e, portanto, podem ser incorporados ao solo no final do ciclo da cultura.

Palavras-chave: Cobertura orgânica. Amplitude térmica. *Lactuca sativa L.* Filme de polietileno.

POTENTIAL OF PAPER IN LETTUCE CULTIVATION FOR WEED CONTROL, SOIL TEMPERATURE AND PRODUCTIVITY

2.2. ABSTRACT

Cover the soil with organic material is a technical that has the aims to reduce the weed incidence, soil temperature, and keep the soil moister. Among the organic material to cover the soil has the possibility the use of paper that is more environmentally friendly to polyethylene. This study aimed to evaluate the potential of different types of paper in weed control, soil temperature, and lettuce yield (*Lactuca sativa L.*) compared to black polyethylene and uncovered soil with weed control and no weed control. The experiment was conducted in a completely randomized design with eight treatments and four repetitions. The study corresponded to five types of papers: recycled 1 (131 g/m²) and 2 (139 g/m²); semi-kraft (117 g/m²); paper to print newspaper (54 g/m²) and paper from sugar cane straw (64 g/m²); compared with black polyethylene, and uncovered soil with weed control and no weed control. The results of the experiment, all papers were efficient at reducing the soil temperature 3° in relation to the uncovered soil with weeds control. The paper to newspaper and paper from sugar cane presented greater mechanical damage and less efficiency weed control compared to papers semi-kraft and recycled 1 and 2. The papers semi-kraft, recycled 1 and 2 and the polyethylene were equally efficient in weed control and increasing lettuce yield, in relation to another papers and the treatment uncovered soil with weed control. We concluded that the papers recycled 1 and 2, and semi-kraft has greater potential to be used in lettuce production, in reason of efficient weed control, reduction of soil temperature and increase the lettuce yield, and this papers has the advantage to be biodegradable, and can be incorporated into the soil at the end of the crop cycle.

Keywords: Organic mulch. Temperature range. *Lactuca sativa L.* Polyethylene.

2.3. INTRODUÇÃO

No Brasil são produzidas e consumidas mais de 70 espécies de hortaliças. Essas hortaliças, especialmente as folhosas, como é o caso da alface (*Lactuca sativa L.*), normalmente demandam grande quantidade de água para irrigação, em razão da sua grande capacidade transpiratória. Há também a necessidade de que a água seja de boa qualidade, pois essas hortaliças são consumidas in natura (Oliveira & Perez, 2014). As hortaliças folhosas são prejudicadas pelas plantas daninhas e, devido ao espaçamento reduzido das culturas, o controle das plantas daninhas é dificultado. Por outro lado, devido a baixa disponibilidade o controle químico é pouco utilizado e aliado ao intenso revolvimento do solo favorece alta infestação de plantas daninhas (Hirata et al., 2014). Este quadro justifica a necessidade do desenvolvimento de metodologias alternativas de controle das plantas daninhas em cultivos de espécies folhosas.

Entre as alternativas para o controle de plantas daninhas e economia de água está o uso de cobertura do solo com materiais orgânicos e inorgânicos. Dentre os materiais inorgânicos, o filme de polietileno é o mais utilizado, apresentando elevada eficiência no controle de plantas daninhas e redução no consumo de água (Teófilo, 2012; Kasirajan, 2012, Coelho et al., 2013). Entretanto, o filme de polietileno, especialmente na cor preta, promove elevação da temperatura do solo (Coelho et al., 2013a), influenciando o crescimento das plantas, além de prejudicar a comunidade microbiana no solo (Cunha et al., 2014). Além disso, o filme de polietileno possui alta resistência a degradação, o que não permite ser incorporado ao solo, sendo necessária sua retirada e eliminação após o cultivo, o que demanda custo e a possibilidade de causar poluição ambiental (Kyrikou, 2007).

Alternativamente podem ser utilizados como cobertura do solo materiais orgânicos, como resíduos vegetais (Teófilo et al., 2012). Estes apresentam efeitos positivos reduzindo a incidência de plantas daninhas, a amplitude térmica do solo, além de contribuir na manutenção da umidade do solo (Resende et al., 2005; Coelho et al., 2013a). Como material orgânico tem a possibilidade do uso do papel, que é composto basicamente por poupa celulósica e de carga mineral que pode chegar a 30 % do peso total e tem como principal componente o precipitado de carbonato de cálcio (Hubbe & Gill, 2016). O papel por ser um material biodegradável, não há necessidade de sua

retirada do campo, podendo ser incorporado no solo, o que possibilita a redução de custos (Merfield, 2002), além da possibilidade da liberação do cálcio para o solo.

Avaliando a cobertura do solo com papel, estudos constataram que o papel é eficaz em reduzir o aquecimento do solo (Monks et al., 1997, Coolong, 2010), e também no controle de plantas daninhas (Moreno et al., 2013; Haapala et al., 2015), além de manter a umidade do solo por maior período (Chakraborty et al., 2010).

Existem diversos tipos de papéis com potencial para uso como cobertura do solo visando controle de plantas daninhas, redução da temperatura do solo, e economia de água no cultivo de hortaliças. Dentre os quais, têm-se os papéis alternativos como semi-kraft, reciclado, papel para impressão de jornal e o papel produzido a partir da palha da cana-de-açúcar. No entanto, são escassas as informações acerca do potencial de uso desses papéis com relação a resistência mecânicas quando exposto às intempéries no campo, no controle de plantas daninhas, temperatura do solo e produtividade da cultura da alface.

Diante do exposto o trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de diferentes papéis no controle de plantas daninhas, na redução da temperatura do solo e os reflexos do uso dos mesmos sobre a produtividade de alface.

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, no município de Viçosa, MG (Coordenadas geográficas UTM 7249281 mE e 770307273 mS, zona 23S e altitude de 660 m), no período de agosto a setembro de 2016. O clima, segundo Köppen é do tipo Cwa (clima subtropical úmido), com umidade relativa do ar média anual de 80%, temperatura média anual de 21°C e precipitação pluvial anual média de 1.229 mm segundo os dados da Estação Meteorológica de Viçosa. Os dados relativos à temperatura máxima, mínima, média diários do ar, radiação e umidade do ar durante o período experimental (Figura 1) foram coletados pela estação meteorológica Irriplus E5000.

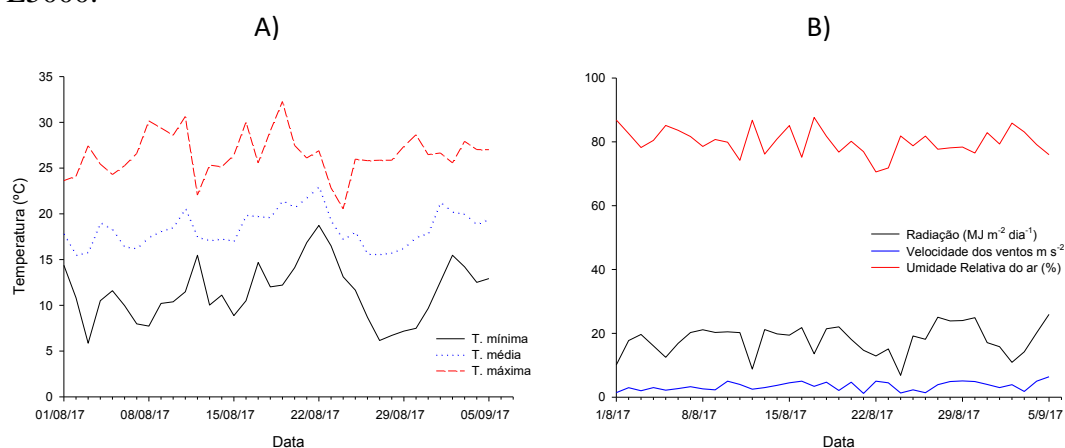


Figura 1 – Temperaturas máximas, mínimas, médias do ar (A), radiação solar e velocidade do vento a 2 metros de altura e umidade relativa do ar (B) durante o período experimental. Viçosa – MG, 2016.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos do cultivo da alface com solo coberto com cinco tipos de papéis (reciclados 1 (131 g/m²) e 2 (139 g/m²); semi-Kraft (117 g/m²); papel para impressão de jornal (54 g/m²) e papel da palha de cana-de-açúcar (64 g/m²); e filme de polietileno preto e o solo sem cobertura com capinas e sem capinas no cultivo da alface. Cada unidade experimental teve dimensões de 2,0 m de comprimento por 1,0 m de largura, com plantas de alface espaçadas 0,25 x 0,25 m.

Foram retiradas amostras dos papéis que foram enviadas ao laboratório de papel e celulose da Universidade Federal de Viçosa para determinação das propriedades de

resistências físico-mecânicas, de acordo com as normas da Technical Association of Pulp and Paper Industry (TAPPI).

Para o cultivo da alface, o preparo do solo foi realizado por meio de uma aração e duas gradagens, em seguida foram construídos canteiros, com 0,20 m de altura com 1,0 metro de largura. Após o encanteiramento, foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0 – 20 cm para realização das análises físicas e químicas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados das análises físicas e químicas do solo. Viçosa – MG, UFV, 2016

Características físicas							
Areia Grossa		Areia fina		Silte		Argila	
(%)							
19		30		12		39	
Características químicas							
pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	Mat. Org.
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)			(dag kg ⁻¹)	
5,7	50,3	175	3,0	0,8	0,0	2,64	2,75

Na adubação de plantio foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de N, 20 kg de k₂O, usando como fontes o superfosfato simples, sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Após a adubação do solo, foi aplicada quantidade de água suficiente para saturar o solo, em seguida realizada a cobertura deste com filme de polietileno e os diferentes papéis, para, em seguida, realizar o transplântio das mudas de alface crespa (cultivar “Vera”) no dia primeiro de agosto de 2016, produzidas em bandejas de polietileno com 200 células em substrato comercial Plantimax[®]. Para execução do experimento, foram abertos orifícios circulares de 3,0 cm de diâmetro no filme de polietileno e nos papéis.

A cultura foi irrigada por micro aspersores com vazão de 30 L hora⁻¹, espaçados de 3 m. O manejo da irrigação foi realizado com base nos dados meteorológicos da estação Irriplus E500, (Figura 1). A lâmina de água aplicada foi estimada pela equação de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (Allen et al., 2006).

Aos 10 e 20 dias após o transplântio (DAT) foram realizadas adubações de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de N e 40 kg de k₂O, divididas em duas épocas, usando como fontes sulfato de amônio e cloreto de potássio, conforme recomendações de Ribeiro et al. (1999) para a cultura da alface. No tratamento sem cobertura e com capinas, foram realizadas capinas manuais aos 10 e 20 DAT, de modo a evitar a competição pelas plantas daninhas.

Durante o período de condução do experimento, monitorou-se a temperatura do solo, utilizando-se um geotermômetro, com precisão de 0,25°C. As leituras foram efetuadas semanalmente no centro de cada parcela, nos horários das 8:00, 14:00 e 17:00 horas, à profundidade de 5 cm.

Aos 21 e 35 DAT, foram realizadas avaliações de densidade populacional e matéria seca de plantas daninhas por meio de amostragem em cada unidade experimental, utilizando um quadrado vazado com 0,5 m de cada lado (0,25 m²). As plantas daninhas foram colhidas ao nível do solo, cortadas, separadas por espécie, contadas e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até obtenção de massa constante, para determinação da massa da matéria seca.

Visando determinar a resistência dos papéis às condições de campo, como umidade e luminosidade, aos 07, 14, 21, 28 e 35 DAT, foram realizadas avaliações visuais de danos aos papéis, atribuindo valores conforme a escala (Tabela 2).

Tabela 2 – Escala de níveis de danos mecânicos visuais nos diferentes tipos de papéis ao longo do ciclo da cultura da alface. Viçosa - MG, UFV, 2016

Valor	Nível de danos
1	Intacto, com ausência de danos
2	Poucos danos, com pequenos arrebentamentos
3	Danos moderados, com arrebentamentos comprometendo boa parte da cobertura
4	Muitos danos, com arrebentamentos comprometendo toda cobertura
5	Papel decomposto, com solo sem cobertura

A colheita da alface foi realizada 35 dias após o transplântio, coletando-se 12 plantas das fileiras centrais, ao nível do solo, as quais foram levadas ao laboratório para determinação do número de folhas por planta e altura de plantas. Estas plantas foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01 gramas, de modo a determinar a massa da matéria fresca (g/planta) e, com estes resultados foram estimadas as produtividades (t ha⁻¹) em função do tratamento aplicado.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando programa R.

2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização das propriedades físico-mecânicas nos diferentes tipos de papéis se encontram na Tabela 3. Na característica de gramatura o papel reciclado 2 apresentou maior valor seguido pelo papel reciclado 1, semi-kraft e os papéis de palha de cana-de-açúcar e para impressão de jornal. A gramatura é uma característica importante, pois esta ligada diretamente com a quantidade de fibras utilizadas na fabricação dos papéis e que as mesmas podem influenciar nas demais características mecânicas dos papéis.

Com relação a espessura, o papel semi-kraft apresentou o maior valor seguido pelos papéis reciclado 2, reciclado 1, palha de açúcar e o papel para jornal. Essa característica é muito importante, em que através da sua relação com a gramatura é possível calcular o volume específico aparente.

Na determinação do volume específico aparente, os papéis reciclados 1 e 2 apresentaram menor valor e o papel da palha da cana-de-açúcar o maior valor. O volume específico esta relacionado com as ligações entre fibras que compõem o papel, que de modo geral quando menor for o volume, maior será essas ligações entre fibras e conseqüentemente maior será a resistência mecânica dos papéis, que é recomendado para esses papéis com essa finalidade de uso agrícola.

Os resultados dos valores Cobb nos papéis, verifica-se que o papel semi-kraft obteve a maior absorção de água, seguido dos papéis para jornal, palha da cana-de-açúcar e os papéis reciclados 1 e 2 que absorveram a menor quantidade. O teste de Cobb refere-se à quantidade de água que o papel é capaz de absorver, que esta relacionada com a colagem desses papéis, que quanto melhor for menor será a entrada de água e conseqüentemente menor absorção. Alta absorção de água não é desejável para esses papéis com essa finalidade, pois no campo essa absorção pode reduzir à resistência mecânica do papel, principalmente ao arrebentamento e conseqüentemente maior densidade plantas daninha pode ocorrer na cobertura. Sendo assim é desejável que esses papéis tenham um baixo Cobb em razão dessas exposições no campo.

Tabela 3 – Caracterização das propriedades físico-mecânicas de cada tipo de papel

Tipos de Papel	GRAM	ESP	PEA	VEA	RPA	RAB	RRG	ITR	OPC	CDL	COBB
	g m ⁻²	µm	kg cm ⁻³	cm ³ g ⁻¹	s/100cm ³	Kpa.m ² g ⁻¹	mN.m ² /g	N.m/g	%	m ² /kg	gH ₂ O/m ²
Reciclado 1	131,01	187,00	702,2	1,42	33,80	152,77	754,70	41,97	99,65	15,10	33,46
Reciclado 2	139,56	213,00	650,7	1,54	24,25	149,63	945,30	42,85	99,57	11,76	36,16
Semi - Kraft	116,71	238,00	490,7	2,04	3,97	82,09	833,50	21,39	99,16	14,71	216,52
Para Jornal	54,06	86,50	625,3	1,60	26,37	47,22	176,40	38,09	92,43	61,16	85,20
Palha da cana-de-açúcar	64,34	146,50	453,7	2,23	22,66	44,08	217,70	31,07	98,37	14,31	66,90

***GRAM** = gramatura (norma T410 om-08); **ESP** = espessura (T551 om-06); **PEA** = peso específico aparente (T220 sp-01); **VEA** = volume específico aparente (T220 sp-06); **RPA** = resistência a passagem de ar (T536 om-07); **RAB** = resistência ao arrebentamento (T403 om-02); **RRG** = resistência ao rasgo (T414 om-04); **ITR** = índice de tração (T494 om-06); **OPC**= opacidade (T1214 sp-07); **CLD**= coeficiente de dispersão de luz (T1214 sp-07); **COBB** = absorção de água (T441 om-98).

Os coeficientes de dispersão de luz e opacidade estão relacionados com a quantidade de luz que é refletida e a que passa pelo papel. O papel para jornal obteve o maior coeficiente de dispersão de luz e a menor porcentagem de opacidade, já os papéis reciclados 1 e 2 obtiveram a menor dispersão de luz e os maiores valores de opacidade. Esses valores são muito importantes no campo, principalmente se tratando de plantas daninhas, em que quanto maior for a dispersão de luz e opacidade do papel menor será a quantidade de luz que chegará até o solo, e conseqüentemente menor germinação, emergência e crescimento de plantas daninhas, diminuindo assim a probabilidade de danos causados por estas aos papéis.

Na avaliação de resistência ao arrebentamento, observa-se que os papéis reciclados 1 e 2 obtiveram o maior valor, seguido pelo papel semi-kraft e os papéis para jornal e palha de cana-de-açúcar que apresentaram os menores valores. Esses maiores valores dos papéis reciclados estão associados às suas características físicas principalmente de gramatura, volume específico e ao Cobb, que conferiram maior resistência a esses papéis. Essa característica de arrebentamento é bastante interessante para o cultivo de hortaliças, pois esta será bastante exigida no campo, devido a grandes pressões exercidas pelas plantas daninhas presentes no campo que podem acarretar em danos aos papéis.

Para as características de resistência mecânica ao rasgo e tração os papéis reciclados 1 e 2 obtiveram os maiores valores e os papéis para jornal e da palha de cana-de-açúcar os menores valores. Esses maiores valores quanto a essas características também estão associados às suas características físicas. Para o uso agrícola essas características de tração de rasgo são muito importantes para evitar a degradação, devido a grandes exposições do papel no campo.

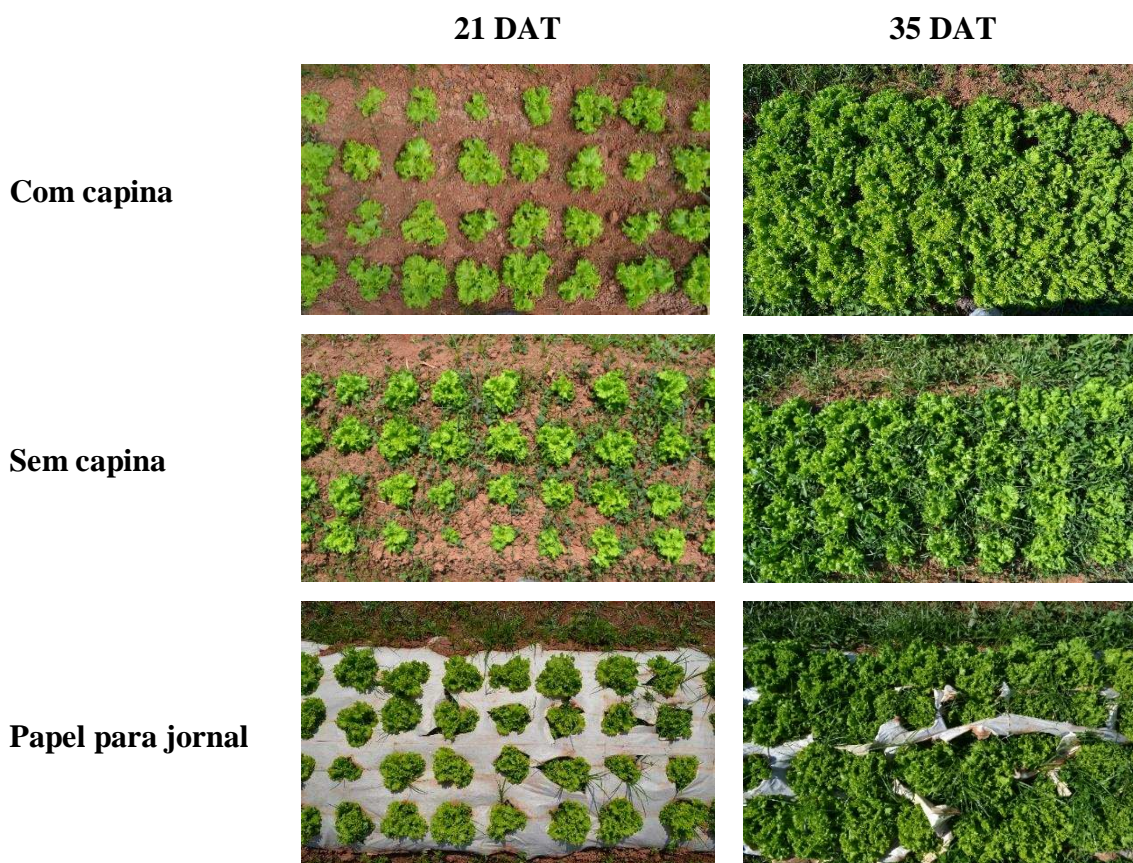
Os resultados relatados aos danos nos diferentes papéis durante o período experimental em razão do tipo e tempo de exposição no campo estão apresentados na Tabela 4 e Figura 2. Os papéis para jornal e palha de cana-de-açúcar foram os primeiros a apresentar danos no campo, com a presença de pequenos arrebentamentos aos 21 DAT, e que estes continuaram aumentando até os 35 DAT, quando estes papéis se encontraram com muitos danos com arrebentamentos comprometendo toda cobertura, o que acarretou na diminuição do efeito da cobertura no controle das plantas daninhas, possibilitando que estas competissem com a cultura da alface. Esse resultado está relacionado com as características mecânicas desses papéis que também obtiveram os

menores valores quanto ao arrebentamento, tração e rasgo em comparação aos demais papéis.

Tabela 4 – Danos mecânicos nos diferentes tipos de papéis ao longo do ciclo da cultura da alface. Viçosa - MG, UFV, 2016

Papel	Dias após o transplântio				
	7	14	21	28	35
Reciclado 1	1,0 a	1,0 a	1,0 b	1,0 c	1,0 c
Reciclado 2	1,0 a	1,0 a	1,0 b	1,0 c	1,0 c
Semi-kraft	1,0 a	1,0 a	1,0 b	1,6 b	2,5 b
Para Jornal	1,0 a	1,0 a	2,0 a	3,0 a	3,7 a
Palha Cana-de-açúcar	1,0 a	1,0 a	2,0 a	3,0 a	4,0 a
CV (%)	0,0	0,0	26,80	21,96	13,95

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Escala de danos: 1) intacto, com ausência de danos; 2) poucos danos, com pequenos arrebentamentos, mas sem comprometimento da cobertura do solo; 3) danos moderados, com arrebentamentos comprometendo boa parte da cobertura; 4) muitos danos, com arrebentamentos comprometendo toda a cobertura; 5) papel decomposto, com solo sem cobertura.



Continua ...

**Papel palha da
cana-de-açúcar**



Papel semi-kraft



Papel reciclado 1



Papel reciclado 2



**Filme de
polietileno preto**



Figura 2 – Danos mecânicos e incidência de plantas daninhas aos 21 e 35 dias após o transplântio, nos diferentes tipos de papéis e nos tratamentos com filme de polietileno e sem cobertura com e sem capinas. Viçosa – MG, 2016.

O papel semi-kraft obteve maiores valores de resistência mecânica principalmente ao arrebentamento que os papéis para jornal e da palha da cana-de-açúcar, o que permitiu ao papel semi-kraft resistir mais ao início dos danos, tendo início a partir dos 28 DAT, e ao final do ciclo apresentou danos entre pouco e moderado, mas foi o suficiente para o controle das plantas daninhas. Vale ressaltar que a cultura da

alface sofre com competição com plantas daninhas até os 21 ou 25 DAT dependendo do ciclo da alface (Silva et al., 1999).

Já os papéis reciclados 1 e 2 se mantiveram intactos durante todo ciclo da cultura da alface e foram os papéis que apresentaram os maiores valores de resistência mecânicas principalmente ao arrebentamento. Esses resultados evidenciam a importância das características físicas e mecânicas dos papéis para o uso com essa finalidade, em que quanto maior for essa resistência mecânica maior será a sua resistência aos danos ocorridos em campo.

Segundo Haapalla (2014), a degradação do papel quando utilizado como cobertura do solo depende tanto das suas características físico-mecânicas quanto dos fatores ambientais tais como radiação, umidade, vento e a presença de plantas daninhas que podem variar de um local para o outro e entre estações do ano.

A comunidade de plantas daninhas identificadas na área foi composta por 9 espécies, dentre as quais se destacaram pela maior densidade e acúmulo de matéria de planta seca a tiririca (*Cyperus rotundus*), trevo (*Oxalis articulata*), caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*), caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis*) e maria pretinha (*Solanum americanum*).

Os tratamentos com cobertura do solo com filme de polietileno e todos os papéis foram igualmente eficientes no controle de plantas daninhas na primeira avaliação realizada aos 21 DAT, com redução em mais de 98 % na densidade e no acúmulo de matéria seca de plantas daninhas por m² (Tabela 5).

Tabela 5 – Densidade e matéria seca de plantas daninhas na cultura da alface aos 21 e 35 dias após o transplântio, nos tratamentos com cobertura do solo com diferentes tipos de papéis e filme de polietileno e sem cobertura com e sem capina. Viçosa – MG, 2016

Tratamentos	Densidade (plantas m ⁻²)		Matéria seca (g m ⁻²)	
	21	35	21	35
	Dia após o transplântio			
Sem cobertura sem capina	896,00 a	609,50 a	18,88 a	110,15 a
Sem cobertura com capinas	-	178,00 b	-	7,57 c
Filme de polietileno	6,20 b	6,70 c	0,49 b	9,07 c
Papel reciclado 1	5,40 b	8,30 c	0,40 b	1,13 c
Papel reciclado 2	5,20 b	8,10 c	0,47 b	1,16 c
Papel semi-kraft	14,20 b	30,70 c	0,80 b	6,49 c
Papel para jornal	12,50 b	174,70 b	0,94 b	28,14 b
Papel palha cana-de-açúcar	17,00 b	149,30 b	1,99 b	19,96 b
CV (%)	31,00	25,00	31,00	28,00

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

Na segunda avaliação realizada aos 35 DAT, por ocasião da colheita, menor incidência e acúmulo de matéria seca de plantas daninhas foram obtidos quando se utilizou os papéis semi-kraft e reciclado 1 e 2 e o filme de polietileno do que os papéis para jornal e da palha da cana de açúcar e o tratamento sem cobertura com capina e que se deva a melhor cobertura do solo promovida pelos respectivos papéis e filme de polietileno em razão aos danos no campo.

Apesar do papel semi-kraft ter apresentado o nível de danos entre pouco e mederado ao final do ciclo da alface, não houve comprometimento no controle de plantas daninhas, pois as plantas de alface já haviam promovido o sombreamento do solo e por si mesmas foram efetivas no controle das plantas daninhas, e como o ciclo da cultura é curto não houve tempo de ocorrer a reinfestação, entretanto para culturas de ciclo mais longo pode haver comprometimento do controle de plantas daninhas.

Segundo Silva et al. (1999) o período de controle das plantas daninhas na cultura da alface deve ser mantido até os 21 ou 25 dias após o transplântio dependendo do ciclo da cultura para que não haja perdas de produtividade.

Outros tipos de papéis também foram eficientes no controle de plantas daninhas na cultura da alface relatados por Jenni et al. (2004) e Brault et al. (2002b) quando estes fizeram o uso do papel kraft pardo e preto, sendo estes igualmente eficientes ao filme de polietileno preto. Também em outras culturas como tomate (Coolong, 2010) o papel kraft pardo também foi eficiente no controle de plantas daninhas. Já Sanches et al. (2008), na cultura do pepino, verificaram que o papel jornal teve um controle intermediário das plantas daninhas comparado com outros métodos de controle.

Verificou-se que, em relação ao número de folhas e altura de plantas da cultura da alface, não houve diferença estatística entre os tratamentos com cobertura do solo com papéis, filme de polietileno e o tratamento sem cobertura e com capinas (Tabela 6). Estes tratamentos mantiveram a qualidade da alface no que se refere ausência de pragas e doenças, pendoamento, desuniformidade do produto e coloração. Entretanto ocorreu redução no número de folhas e altura das plantas de alface no tratamento sem cobertura e sem capina em função da maior competição promovida pelas plantas daninhas, o que resultou em diminuição da qualidade do produto comercial.

Tabela 6 – Valores médios de matéria fresca (MF), produtividade (PT), número de folhas (NF) e altura de plantas (ALT) de alface nos tratamentos sem e com cobertura do solo. Viçosa – MG, 2016

Tratamentos	MF (g/planta)	PT	NF	ALT (cm)
Sem cobertura sem capina	135 c	21,6 c	14 b	20 b
Sem cobertura com capinas	250 b	40,0 b	17 a	23 a
Filme de polietileno	315 a	50,4 a	18 a	25 a
Papel reciclado 1	305 a	48,8 a	18 a	23 a
Papel reciclado 2	307 a	49,2 a	18 a	24 a
Papel semi-kraft	290 a	46,4 a	18 a	25 a
Papel para jornal	250 b	40,0 b	16 ab	25 a
Papel palha cana-de-açúcar	260 b	41,6 b	16 ab	24 a
CV (%)	6,25	7,17	7,74	6,72

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

A matéria fresca e a produtividade da cultura da alface foram influenciadas pelo tipo de cobertura usada e pela interferência das plantas daninhas. O tratamento sem cobertura sem capinas proporcionou o menor valor de produtividade total (21,6 t ha⁻¹), com redução de 46% de produtividade em relação ao tratamento sem cobertura com capinas (40,0 t ha⁻¹).

A interferência das plantas daninhas na cultura da alface promove redução entre 30 a 45% na produtividade, dependendo em qual estágio do desenvolvimento da cultura ocorre a competição (Reghin et al., 2002). Segundo Silva et al. (2007), as plantas daninhas competem por recursos como água, luz e nutrientes o que acarretam em perdas de produtividade das culturas.

Moura filho (2009) também constatou perdas na produtividade total na cultura da alface, quando não se fez o controle de plantas daninhas.

Quando se utilizou a cobertura do solo com papéis para jornal e de palha da cana-de-açúcar, não se observou diferença significativa na produtividade com relação ao tratamento sem cobertura com capinas.

As coberturas do solo com papéis reciclado 1 e 2, e semi-kraft e filme de polietileno, foram igualmente eficientes no aumento da produtividade da alface, em

comparação aos papéis para jornal e palha de cana-de-açúcar e os demais tratamento sem cobertura com e sem capinas. Esse aumento na produtividade em comparação aos demais papéis possivelmente é em razão da maior supressão de plantas daninhas realizada por estes papéis que refletiu no aumento da produtividade.

Resultado semelhante foi constatado por Brault et al. (2002b) utilizando a cobertura do solo com filme de polietileno e papeis kraft preto e pardo, observaram que estes foram eficientes no controle de plantas daninhas e aumentaram a produtividade da cultura da alface. Também Reghin et al. (2002), trabalhando com diferentes coberturas do solo em alface obtiveram menor densidade de plantas daninhas e aumento de produtividade quando foi utilizado filme de polietileno.

A temperatura do solo foi influenciada pela cobertura do solo (Tabela 7) nas medições realizadas as 14 e 17:00 horas. As temperaturas mínimas foram observadas as 8:00 horas, quando todos os tratamentos apresentaram praticamente os mesmos valores, em torno de 18°C. Já as temperaturas máximas ocorrerem às 14:00 horas, em que os todos papéis foram igualmente eficientes na redução do aquecimento do solo, em média 3,0 °C em comparação ao solo sem cobertura com capinas e em 5 °C em relação a cobertura com filme de polietileno. Esse efeito pode ser atribuído ao papel refletir grande parte da radiação solar (Runham et al., 1998), enquanto que o filme de polietileno da cor preta absorve grande parte dessa radiação.

Tabela 7 – Médias semanais da temperatura do solo ao longo do dia nos tratamentos sem e com cobertura do solo. Viçosa – MG, 2016

Tratamentos	Temperatura °C		
	08 horas	14 horas	17 horas
Sem cobertura sem capina	18,25 a	26,44 c	26,03 b
Sem cobertura com capinas	18,25 a	27,25 b	26,70 b
Filme de polietileno	18,56 a	29,56 a	28,50 a
Papel reciclado 1	18,30 a	24,32 d	24,00 c
Papel reciclado 2	18,06 a	24,10 d	23,90 c
Papel semi-kraft	18,00 a	24,12 d	24,04 c
Papel para jornal	18,42 a	24,72 d	24,25 c
Papel palha da cana-de-açúcar	17,94 a	24,90 d	24,05 c
CV (%)	2,73	3,20	2,90

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

Resultados semelhantes foram encontrados na cultura da alface por Pessala e Hardh (1977), Zhang et al. (2008) constataram que a temperatura do solo foi menor,

quando utilizaram o papel Kraft pardo como cobertura do solo, em comparação ao solo coberto com filme de polietileno preto e sem cobertura. Andrade Junior et al. (2005), verificaram que o filme de polietileno aumentou a temperatura média do solo entre 2 e 3° comparado ao solo sem cobertura. Coelho et al. (2013), trabalhando com a cultura do pimentão, verificaram que a cobertura do solo com filme de polietileno aumentou a temperatura do solo em torno de 2 °C em relação ao sistema convencional com capinas.

2.6. CONCLUSÕES

Conclui-se que os papéis reciclados 1 e 2 e o papel semi-kraft possuem potencial para o uso como cobertura do solo na cultura da alface em razão do efetivo controle de plantas daninhas, redução da temperatura do solo e aumento da produtividade sendo igualmente eficientes ao filme de polietileno. Apesar dos papéis para jornal e da palha de cana-de-açúcar terem obtido resultado inferior aos demais papéis, estes poderiam ser utilizados como cobertura de solos, mas com algumas restrições principalmente com relação a comunidade de plantas daninhas presentes na área e ao excesso de exposição a umidade no campo.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinatin de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298 p. (Estudio FAO Riego y Grenaje, 56).

ANDRADE JÚNIOR, V.C.; YURI, J.E., NUNES, U.R., PIMENTA, F.L., MATOS, C. S.M., Florio, F.C.D.A., & Madeira, D.M Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.899-903, 2005.

BRAULT, D., STEWART, K.A.; JENNI, S. Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. **HortScience** v.37, n.2, p.87-91, 2002b.

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, n.3, p.738-748, 2010.

COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta daninha**, v.31, n. 2, p. 369-378, 2013a.

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.

COOLONG, T. Performance of Paper Mulches Using a Mechanical Plastic Layer and Water Wheel Transplanter for the Production of Summer Squash. *HortTechnology*, v. 20, n.3, p.319-324, 2010.

CUNHA, J.L.X.L.; FREITAS, F.C.L.; COELHO, M.E.H.; SILVA, M.G.O.; SILVA, K.S.; NASCIMENTO, P.G.M.L. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Agroambiente**, v.8, p.119-126, 2014.

DEUBERT, R. **Ciências das plantas infestantes**: manejo. Campinas, 1997. 285p.

FREEMAN, O.W. Economic geography of the Hawaiian Islands. **Economic Geography**, v.5, p.260-276, 1929.

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.

HAAPALA, T.; PALONEN, P.; KORPELA, A.; AHOKAS, J. Feasibility of paper mulches in Crop Production. **Agric food Sci.** v.23, n.1, p.60-79. 2014.

HIRATA, A.C.S.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. In: MONQUERO, P.A. Manejo de plantas daninhas em culturas agrícolas. 1ed.São Carlos: Rima, v.1, p.155-178, 2014.

HUBBE & GILL. Mineral filler for paper. **BioResources**, v.11, n.1, p.2886-2963.

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 Agricultura e Scandinavica Section B - Soil and Plant Science**, v.58, n.2, p.372-378, 2008.

JENNI, S.; BRAULT, D.; STEWART, K.A. Degradable mulch as an alternative for weed control in lettuce produced on organic soils. **Acta Horticulturae**, v.638, n.3, p. 111-118, 2004.

KYRIKOU, I. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review. **Journal of Polymers and the Environment**, v.15, n.1, p.125-150, 2007.

LAMONT, J.W. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. **Hort Technology**, v.15, n.2, p.477-481, 2005.

LIAKATAS, A., CLARK, J.A., MONTEITH, J.L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. Part I. Radiation balance and soil heat flux. **Agriculture and Forest Meteorology**, v.36, n.1, p. 227-239, 1986.

- MERFIELD, C. Organic Weed Management: A Practical Guide. 30p. Lincoln University, http://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/10182/4902/1/Merfield_organic_weed_2002.pdf, 01.03.2017.
- MORENO, M.M.; MORENO, C.; TARQUIS, A.M. Mulch materials in processing tomato: a multivariate approach. **Scientia Agricola**, v.70, n.4, p.250-256, 2013.
- MOURA FILHO, E.R. Cobertura do solo e épocas de capina nas culturas da alface e beterraba. 2009. 67f. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2009.
- OLIVEIRA, A.A.B.; PEREZ, L.F. Contaminação de enteroparasitas em folhas de alface (*lactuca sativa*) e agrião (*nasturtium officinalis*) em duas hortas comerciais de foz do iguaçu, estado do paraná, Brasil. **Novo Enfoque**, v.18, n.18, p.109-124, 2014.
- PESSALA, R. & HÅRDH, K. Mulching in the cultivation of pickling cucumber. **Annales Agriculturae Fenniae**, v.16, n.1, p. 64-71, 1977.
- REGHIN, M.Y., PURISSIMO, C. FELTRIM, A.L. FOLTRAN, M.A. Produção de alface utilizando cobertura do solo e proteção das plantas. **Scientia Agraria**, v.3, n.1-2, p.69-77, 2002.
- 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. **Ciência e agrotecnologia**, v.29, n.1, p.100-105, 2005.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- RUNHAM, S., TOWN, S.; FITZPATRICK, J. Evaluation over four seasons of a paper mulch used for weed control in vegetables. **Acta Horticulturae**, v.513, n.1, p.193- 202, 1998.
- SAMPAIO, R.A.; ARAÚJO, W.F. Importância da cobertura plástica do solo sobre o cultivo de hortaliças. **Agropecuária Técnica**, v.22, n.1, p.1-12, 2001.
- SANCHEZ, E., LAMONT, W.J.R.; ORZOLEK, M.D. Newspaper Mulches for Suppressing Weeds for Organic High-tunnel Cucumber Production. **HortTechnology**, v.18, n.1, p.154-157, 2008.
- SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., FERREIRA, L.R, SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. **Editora UFV**, 2007. 367p.
- SILVA, A.C., SANTOS, H.S., SCAPIM, C.A., CONSTANTIN, J. Efeitos de períodos de controle de plantas daninhas na cultura da alface. **Acta Scientiarum**, v.21, n.3, p. 473-478, 1999.
- TEÓFILO, T.D.S., FREITAS, F.C.L., MEDEIROS, J.D., SILVA, D.D., GRANGEIRO, L.C., & TOMAZ, H.D.Q. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, v. 30, n.3, p. 547-556, 2012.

TOMAZ, H.V.Q. Manejo de plantas daninhas no crescimento e produtividade do meloeiro em sistemas de plantio direto e convencional. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

VERDIAL, M.F.; LIMA, M.S.; MORGOR, A.F.; GOTO, R. Production of iceberg lettuce using mulches. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.737-740, 2001.

WANG, J.; LUO, Y.; TENG, Y.; MA, W.; CHRISTIE, P.; LI, Z. Soil contamination by phthalate esters in Chinese intensive vegetable production systems with different modes of use of plastic film. **Environmental Pollution**, v.180, p.265-273, 2013.

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.

3. CAPÍTULO 2

USO DO PAPEL RECICLADO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS, TEMPERATURA DO SOLO E ECONOMIA DE ÁGUA EM CULTIVO DE ALFACE

3.1. RESUMO

Entre os grandes desafios no cultivo de hortaliças folhosas, se destacam controle de plantas daninhas e a otimização do uso da água de irrigação. A cobertura do solo com material orgânico tais como o papel, pode ser uma alternativa viável para a redução da incidência de plantas daninhas, redução do aquecimento e amplitude térmica do solo e manutenção da sua umidade, além da possibilidade de aumentar a eficiência do uso da água. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do papel reciclado sobre o controle de plantas daninhas, variação na temperatura do solo e consumo de água no cultivo de alface (*Lactuca sativa L.*). O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos com coberturas do solo com papel reciclado (131 g/m²), filme de polietileno preto, solo sem cobertura com capinas e sem cobertura sem capinas. As coberturas do solo com papel reciclado e filme de polietileno promoveram controle eficiente de plantas daninhas. Esta cobertura com papel reduziu o aquecimento do solo comparativamente aos tratamentos com filme de polietileno e sem cobertura com capina. O papel reciclado promoveu a maior produtividade de matéria fresca de alface em relação aos outros tratamentos, e promoveu economia de água na produção de alface comparativamente ao solo sem cobertura com capinas e conseqüentemente aumentou a eficiência do uso da água em relação aos demais tratamentos. Conclui-se que a cobertura do solo com papel reciclado foi estratégia eficiente no controle de plantas daninhas, redução na temperatura do solo e consumo de água, e no aumento da eficiência do uso da água na cultura da alface. Trata-se também de uma técnica mais ambientalmente correta quando comparada com o filme de polietileno.

Palavras-chave: Cobertura orgânica. Amplitude térmica. Eficiência do uso da água. Filme de polietileno.

USE OF RECYCLED PAPER IN THE WEED CONTROL, SOIL TEMPERATURE AND WATER ECONOMY IN LETTUCE CULTIVATION

3.2. ABSTRACT

The great challenges of the vegetables production is the weed control and optimization of the water consumption. Cover the soil with organic material as paper can be an alternative technique to reduce the weed incidence, reduce the soil temperature, keep the soil moister and consequently reduce the water consumption and increase the efficiency of water use. This study aimed to evaluate recycled paper in weed control, soil temperature, water consumption and efficiency of water use and lettuce yield. The experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments and five repetitions. The treatments were the soil covered with recycled paper (131 g/m²), black polyethylene, and the uncovered soil with weed control and no weed control. The recycled paper and polyethylene were equally efficient in weed control. This mulching reduced soil temperature compared to treatments with polyethylene film and without cover and weed control. The recycled paper promoted higher productivity of lettuce yield and promoted the reduction of the water consumption and consequently improved efficiency of water and lettuce yield compared to the other treatments. We concluded that the mulching with recycled paper was an efficient strategy in weed control, reduction in soil temperature and water consumption and increasing the efficiency of water use in lettuce production. The paper is also a more environmentally friendly when compared to the polyethylene film.

Keywords: Organic mulch. Temperature range. Efficiency of water use. Polyethylene.

3.3. INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios no cultivo de hortaliças folhosas, como é o caso da alface (*Lactuca sativa L.*), está relacionado à otimização do uso da água na irrigação, que além da necessidade de grande quantidade exige também qualidade satisfatória, pois essas hortaliças são consumidas *in natura* (Oliveira & Costa, 2014). A quantidade de água utilizada depende da eficiência do método de irrigação adotado (Batista et al., 2009), do controle da lâmina aplicada (Allen et al., 1998) e da capacidade de armazenamento de água no solo, que é favorecida pelo aumento da infiltração e, principalmente, pela redução da taxa de evaporação, por meio da cobertura do solo com materiais inorgânicos como o filme de polietileno ou orgânicos como resíduos vegetais (Teófilo et al., 2012) ou com papel (Chakraborty et al., 2010).

Além de reduzir a perda de água por evaporação, a cobertura do solo, com materiais orgânicos ou inorgânicos, é uma importante estratégia para o controle de plantas daninhas (Teófilo et al., 2012; Coelho et al., 2013), pois o controle mecânico e manual é limitado devido ao espaçamento reduzido entre plantas. O controle químico é também limitado, pois, além de existir no mercado, baixa disponibilidade de herbicidas registrados para hortaliças existe também a exigência dos consumidores por produtos produzidos com menor uso de agrotóxicos, principalmente aqueles dos quais são consumidas as folhas *in natura*. Alie-se a isto ao fato de que as áreas de produção de hortaliças, normalmente, possuem alta população de plantas infestantes devido à adoção de práticas culturais com intenso revolvimento do solo, uso de fertilizantes químicos e orgânicos e irrigações frequentes (Hirata et al., 2014), o que faz com que o controle destas plantas seja necessário e o estudo de métodos alternativos de controle que envolvam tanto a melhoria na eficiência do uso da água quanto a redução do uso de trabalho e de agrotóxicos sejam relevantes.

Embora incipiente, a cobertura do solo mais utilizada pelos produtores é o filme de polietileno (Kasirajan & Ngoujio, 2012), devido à sua eficiência no controle de plantas daninhas e redução no consumo de água (Coelho et al., 2013). Isto também está relacionado ao fato da inexistência de materiais alternativos e de eficiência comprovada. Em trabalho com a cultura do melão, Teófilo et al. (2012) verificaram que o uso do filme de polietileno no plantio convencional reduziu o consumo de água em 23% (388,8 m³ ha⁻¹) em relação ao solo sem cobertura, mantendo a produtividade, e resultando em aumento de 14,8% na eficiência de uso da água (kg de frutos por m³ de água), além do controle eficiente das plantas daninhas.

Entretanto, o filme de polietileno, especialmente na cor preta, promove elevação da temperatura do solo (Ibarra-Jiménez et al., 2008; Coelho et al., 2013a), o que em condições tropicais com temperaturas elevadas, pode prejudicar o crescimento das plantas (Lamont et al., 2005, Coelho et al., 2013a), além de desfavorecer a comunidade microbiana no solo (Cunha et al., 2014). Ademais, por se tratar de material não biodegradável, o filme de polietileno deve ser removido do campo após o cultivo, requerendo também destino adequado de modo a evitar poluição ambiental (kyrikou, 2007), resultando em custos adicionais para o produtor.

Uma alternativa ao uso do filme de polietileno é a cobertura do solo com papel, que é um material orgânico composto basicamente por poupa celulósica e de carga mineral que pode chegar a 30% da folha e tem como principal componente o precipitado de carbonato de cálcio (Hubbe & Gill, 2016), e por ser biodegradável, não há necessidade de sua retirada do campo (Merfield, 2002), e em sua decomposição permite a liberação de cálcio para o solo.

Em estudos realizados com papel verificou-se ser este eficaz em reduzir o aquecimento do solo (Coolong, 2010) e também, no controle de plantas daninhas (Moreno et al., 2013; Haapala et al., 2015). Adicionalmente, o papel mantém a umidade do solo por um período maior (Chakraborty et al., 2010), o que possibilitaria a redução no consumo de água e conseqüente aumento na eficiência do uso da água (relação entre a quantidade do produto comercial produzida e o volume de água consumido).

Nesse contexto, buscaram-se por informações acerca de papéis mais eficientes no controle de plantas daninhas e na economia de água, dentre os quais se destaca o papel reciclado, em razão da alta resistência, menor custo de produção e impacto ambiental comparado a outros tipos de papéis (Cardoso et al., 2012). Em estudos preliminares, o papel reciclado demonstrou ser resistente ao arrebentamento, o que possibilitou controle eficiente de plantas daninhas. Diante do exposto, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o efeito da cobertura do solo com papel reciclado sobre o controle de plantas daninhas, aquecimento do solo e economia de água no cultivo de alface, comparativamente ao filme de polietileno e solo sem cobertura.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido, no município de Viçosa - MG (Coordenadas geográficas UTM 7249281 mE e 770307273 mS, zona 23S e altitude de 660 m), no período de janeiro a fevereiro de 2017. Os dados relativos à temperatura máxima, mínima, média diárias do ar, radiação e a umidade do ar durante o período experimental foram coletados pela estação meteorológica Irriplus E5000 e estão apresentados na Figura 1.

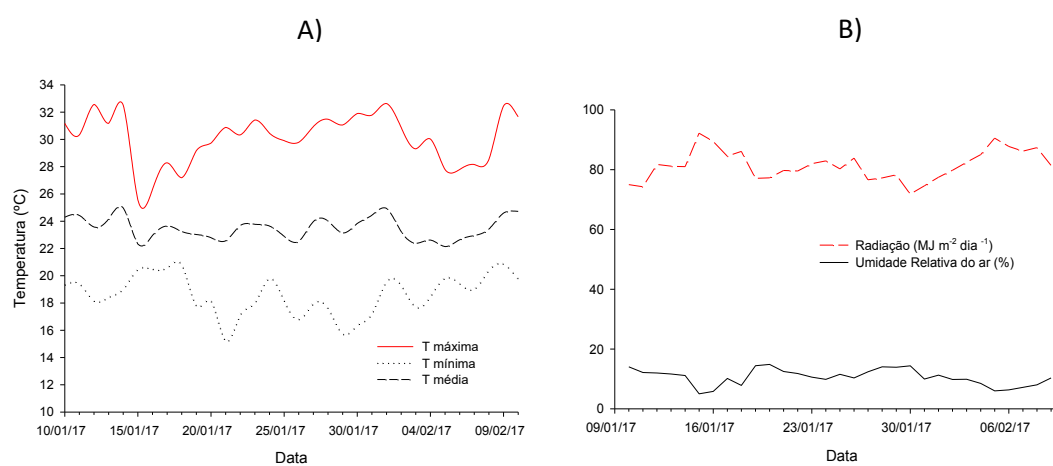


Figura 1 – Temperaturas máximas, mínimas, médias do ar (A), radiação solar e umidade relativa do ar (B) durante o período experimental. Viçosa – MG, 2017.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Foram avaliados os seguintes tratamentos: solo coberto com papel reciclado (gramatura 131 g m^{-2}); solo coberto com filme de polietileno preto; solo sem cobertura com capinas e solo sem cobertura sem capinas. Cada unidade experimental teve dimensões de 2,0 m de comprimento por 1,0 m de largura, com plantas espaçadas 0,25 x 0,25 m.

O preparo do solo foi realizado por meio da enxada rotativa, em seguida foram construídos canteiros com aproximadamente 0,20 m de altura, 10 metros de comprimento e 1,0 metro de largura. Após o encanteiramento foram retiradas amostras de solo nos canteiros na profundidade de 0–20 cm para realização das análises físicas e químicas (resultados apresentados na Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado das análises física e química do solo. Viçosa – MG, UFV, 2016

Características físicas							
Areia Grossa		Areia fina		Silte		Argila	
(%)							
19		36		12		33	
Características químicas							
pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	Mat. Org.
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)		(cmol _c dm ⁻³)				(dag kg ⁻¹)
6,1	61,3	196	5,71	1,03	0,0	2,00	2,5

A adubação de plantio foi realizada em sulco após a confecção dos canteiros com 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 50 kg ha⁻¹ de N, 20 kg 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 100 kg ha⁻¹ de N, e 40 kg de k₂O, divididas em duas épocas, aos 10 e 20 dias após o transplântio (DAT), usando como fontes sulfato de amônio e cloreto de potássio, conforme recomendações de Ribeiro et al. (1999).

As mudas da alface crespa (cultivar “Vera”) foram produzidas em bandejas de polietileno com 200 células, em substrato comercial Plantimax[®] para hortaliças. O transplântio das mudas foi realizado aos 18 dias após a semeadura.

No centro de cada unidade experimental, à profundidade de 5 cm, foram instalados sensores digitais modelo DS18B20 com precisão de ± 0,5° C na faixa de -10 °C a + 85 °C para o monitoramento da temperatura do solo no período experimental. Os dados foram coletados durante o ciclo da cultura a cada 15 minutos e armazenados em *dataloggers*, construído utilizando uma placa de portoboard, Arduino Uno, relógio e mais um módulo micro Sd Card. Com base nos dados obtidos, avaliaram-se as temperaturas máximas e mínimas e a amplitude térmica diária nos diferentes tratamentos, durante todo ciclo da cultura da alface. Determinou-se, também a variação da temperatura ao longo do dia, no período de 0 a 18 dias após o transplântio (DAT) das mudas de alface, haja vista que a partir deste período o solo encontrava-se coberto pela cultura e não mais apresentava variação de temperatura em virtude do efeito do sombreamento.

A cultura foi irrigada por gotejamento com as fitas gotejadoras com emissores de vazão 1,60 litros h⁻¹ espaçados de 0,20 cm na fita, sendo estas dispostas longitudinalmente nos canteiros e espaçadas entre si de 50 cm. A irrigação foi realizada mediante a tensão de água no solo obtida pela leitura de tensiômetros instalados a 10 cm de profundidade e com base na curva característica de água no solo de modo a mantê-lo

com 80 % da capacidade de campo. Na obtenção da curva característica de água no solo, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 10 cm, as quais foram encaminhadas ao laboratório de física do solo da UFV para determinação da curva característica de água no solo com base na metodologia proposta por Embrapa (2007).

Com base nessas informações de lâmina de água aplicada, determinou-se a quantidade de água aplicada em cada tratamento no que se refere ao consumo semanal e total da cultura.

A cobertura do solo com filme de polietileno ou com papel reciclado, foi realizada após a adubação de plantio e instalação do sistema de irrigação. Após a cobertura do solo foi aplicada uma lamina de irrigação de 25 mm em todos os tratamentos, em seguida, foram transplantadas as mudas de alface, de modo que cada fita gotejadora irrigava duas fileiras. Para viabilizar a execução do transplante, foram abertos orifícios circulares de 3,0 cm de diâmetro tanto no filme de polietileno quanto no papel reciclado.

No tratamento sem cobertura e com capinas, foram realizadas capinas manuais aos 10 e 20 DAT, de modo a evitar a interferência das plantas daninhas.

Aos 18 e 30 DAT, foram realizadas avaliações de densidade populacional e de matéria seca de plantas daninhas por meio de amostragem em cada unidade experimental, utilizando o quadrado vazado com 0,5 m de cada lado (0,25 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 sua matéria seca.

A colheita da alface foi realizada 30 dias após o transplante, quando 12 plantas das duas fileiras centrais foram colhidas ao nível do solo e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 grama. Determinaram-se a massa de matéria fresca (g/planta), a produtividade (t ha⁻¹) e o número de folhas por planta. Com base nos dados de produtividade t ha⁻¹ e do consumo total de água (m³ ha⁻¹) foi determinado ao final do ciclo da alface a eficiência do uso da água (litros de água por kg de alface) para cada tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa R.

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade infestante foi composta por 13 espécies, dentre as quais se destacaram pela densidade populacional e acúmulo de matéria seca a tiririca (*Cyperus rotundus*), caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e botão-de-ouro (*Galinsoga parviflora*) (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 - Densidade e matéria seca das principais plantas daninhas no cultivo da alface, aos 18 dias após o transplântio, nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa – Mg, UFV, 2017

Tratamentos	Tiririca	Caruru-gigante	Tomate	Botão-de-ouro	Outras	Total
	Densidade (plantas m⁻²)					
Sem cobertura sem capina	203,60 a	33,93 a	5,57 a	3,24 a	11,97 a	284,50 a
Sem cobertura com capinas	-	-	-	-	-	-
Filme de polietileno	0,41 b	0,30 b	0,55 b	0,08 b	0,17 b	0,80 b
Papel reciclado	0,53 b	0,70 b	0,80 b	0,0	0,62 b	2,22 b
	25,02	40,10	88,07	154,16	87,12	22,15
	Matéria seca (g m⁻²)					
Sem cobertura sem capina	88,70 a	9,29 a	1,13 a	1,13 a	3,63 a	103,9 a
Sem cobertura com capinas	-	-	-	-	-	-
Filme de polietileno	0,16 b	0,10 b	0,10 b	0,10 b	0,10 b	0,19 b
Papel reciclado	0,09 b	0,07 b	0,06 b	0,0	0,02 b	0,17 b
CV (%)	30,10	45,07	80,15	130,17	90,25	20,13

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

Tabela 3 - Densidade e matéria seca das principais plantas daninhas na cultura da alface, aos 30 dias após o transplântio, nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa – Mg, UFV, 2017

Tratamentos	Tiririca	Caruru-gigante	Tomate	Botão-de-ouro	Outras	Total
	Densidade (plantas m⁻²)					
Sem cobertura sem capina	245,30 a	25,23 a	6,48 a	4,00 a	4,40 ab	296,80 a
Sem cobertura com capinas	65,40 b	2,62 b	0,90 b	1,30 b	8,87 a	85,81 b
Filme de polietileno	1,50 c	0,07 c	0,08 b	0,10 b	0,08 b	1,95 c
Papel reciclado	1,30 c	0,19 bc	0,64 b	0,0	0,14 b	2,85 c
CV (%)	12,00	44,00	93,00	244,00	88,00	11,00
	Matéria seca (g m⁻²)					
Sem cobertura sem capina	123,90 a	56,19 a	13,96 a	1,90 a	9,12 a	205,06 a
Sem cobertura com capinas	4,87 b	3,20 b	0,28 b	0,16 b	0,55 b	9,10 b
Filme de polietileno	1,60 bc	0,0	0,0	0,10 b	0,50 b	2,90 bc
Papel reciclado	0,40 c	0,40 c	0,40 c	0,0	0,20 b	0,90 c
CV (%)	15,00	50,00	87,00	150,00	75,00	14,00

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

A presença de tomate, que foi caracterizada como planta infestante, se deve ao cultivo anterior da referida espécie na área e, mesmo sendo cultura explorada comercialmente, no cultivo da alface o tomate foi considerado planta daninha, pois não é uma espécie desejada naquele momento. Situação semelhante é relatada por Teófilo et al. (2012) que detectou o milho como principal espécie infestante em cultivo de melão.

Os tratamentos com cobertura do solo com filme de polietileno e papel reciclado foram igualmente eficientes no controle de plantas daninhas nas duas avaliações, realizadas aos 18 e 30 DAT (Tabelas 2 e 3), com densidade e o acúmulo de matéria seca de plantas infestantes por m² muito baixas se comparado ao tratamento sem capinas e as poucas plantas constatadas são aquelas que emergiram nos orifícios realizados para se proceder ao transplântio da alface.

Esse efeito se deve ao fato das coberturas com filme de polietileno e papel reciclado, formarem uma barreira física que dificulta/impede a passagem de luz o que inibe a germinação das plantas daninhas, e também impede a emergência das plântulas

advindas das sementes ou estruturas de reserva que germinaram sob as referidas coberturas. Resultados semelhantes foram encontrados na cultura da alface por Jenni et al. (2004), quando verificaram que a cobertura do solo com o papel kraft preto foi igualmente eficiente ao filme de polietileno preto no controle de plantas daninhas. Na cultura do tomate, Coolong (2010) também constataram que papéis do tipo Kraft foram igualmente eficazes ao filme de polietileno preto no controle de plantas daninhas.

Shogren e hochmuth (2004) constataram que o papel é eficiente no controle de diversas espécies de plantas daninhas inclusive a tiririca (*C. rotundus*), que se deve ao fato das fibras de celulose possuírem resistência capaz de resistir até mesmo a perfuração ocasionada pelas plantas de tiririca, que comumente perfuram o filme de polietileno.

A temperatura do solo foi influenciada pelos tipos de tratamentos, com ou sem cobertura do solo, durante todo o ciclo da cultura da alface, com temperatura mínima ocorrendo por volta das 7 horas e máxima em torno de 16 horas (Figura 2A), sendo que os maiores valores de temperatura máxima diária do solo foram observados até os 18 dias após o transplante, em todos os tratamentos avaliados, pois, a partir desta data, detectou-se temperaturas máximas mais baixas, devido ao crescimento das plantas de alface e das plantas infestantes no tratamento sem capinas, que sombrearam o solo, dificultando a radiação solar atingir a superfície do solo.

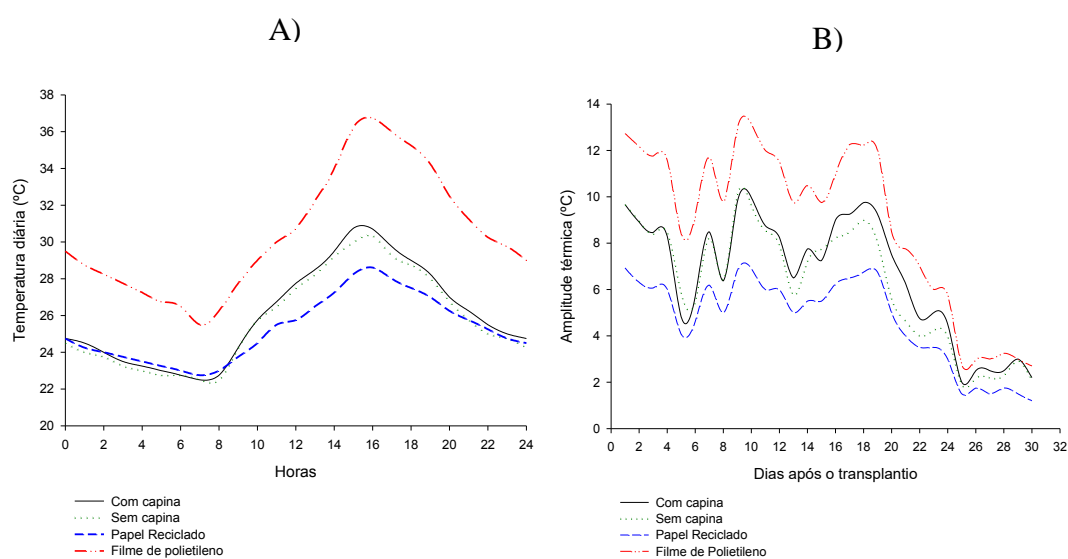


Figura 2 – Temperatura do solo ao longo do dia, até 18 dias após o transplante (A) e amplitude térmica do dia (B), nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa-MG, UFV, 2017.

Quando se utilizou a cobertura com o filme de polietileno preto, observou-se os maiores valores de temperatura máxima diária entre todos os tratamentos com valores oscilando entre 33,5 e 39 °C, e com média diária de 36,8 °C, até os 18 DAT (Figura 3A).

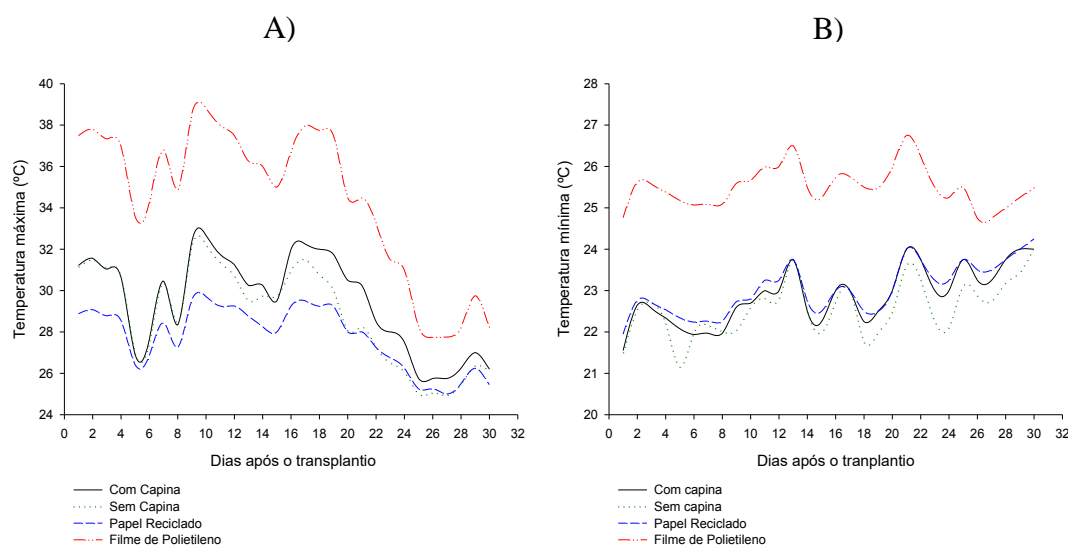


Figura 3 – Temperatura máxima (A) e mínima (B) diária do solo durante o ciclo da alface, nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa-MG, UFV, 2017.

Quando comparado ao tratamento sem cobertura e com capinas que obteve média das temperaturas máximas diárias de 30,7 °C, o filme de polietileno aumentou a temperatura máxima do solo em 6,1 °C. Valor semelhante foi encontrado por Jieménez et al. (2008), trabalhando com a cultura do pepino com cobertura do solo com filme de polietileno preto verificaram elevação da temperatura do solo em 5,2 °C, quando comparado ao solo sem cobertura.

A cobertura do solo com papel reciclado reduziu o aquecimento do solo, evidenciado pela temperatura máxima de 28,6 °C, que é 2,1°C e 8,2 °C menor que a verificada no solo sem cobertura com capinas e no solo coberto com filme de polietileno preto, respectivamente.

Segundo Runham et al. (1998) menor temperatura do solo com o uso do papel pode ser atribuída à sua cor mais clara que reflete a radiação solar que normalmente é absorvida por superfícies mais escuras como o filme de polietileno preto ou mesmo o solo sem cobertura, acarretando aquecimento destes.

Resultados semelhantes foram constatados por Pessala e Hardh (1977), Zhang et al. (2008) que utilizando a cobertura do solo com papel kraft pardo, observaram que a temperatura do solo foi menor em comparação ao solo coberto com filme de polietileno

e sem cobertura. Também Coolong (2010), constataram maior aquecimento do solo com o uso do filme de polietileno, em relação a cobertura do solo com papéis do tipo kraft, na cultura da abobrinha.

Nos tratamentos sem cobertura do solo, verificou-se temperaturas máximas distintas, sendo que quando não se realizaram as capinas as temperaturas máximas estavam mais baixas especialmente a partir do 13 DAT, devido ao crescimento das plantas daninhas, que a partir desta data, cobriu a superfície do solo, que resultou em redução no seu aquecimento (Figura 3A). Coelho et al. (2013), na cultura do pimentão também verificaram temperaturas máximas menores quando não se realizou controle de plantas daninhas em comparação ao tratamento com capinas regulares em solo sem cobertura.

A temperatura mínima diária foi relativamente estável em todos tratamentos durante o período experimental (Figura 3B), com maiores valores observados nos tratamentos com filme de polietileno, cerca de 2,7 °C em comparação aos demais tratamento, que se deve ao maior aquecimento do solo.

Maiores amplitudes térmicas ao longo do dia até os 18 DAT foram observadas, quando o solo foi coberto com filme de polietileno preto e no tratamento sem cobertura com capina, 11,2 e 8,2 °C respectivamente. Por outro lado, a cobertura com papel reciclado apresentou menor amplitude térmica, com média de 5,9 °C (Figura 2B). Essa menor amplitude ao longo dia com o uso do papel reciclado se deve ao fato deste ter promovido redução da temperatura do solo nos horários mais quentes do dia, em função da sua cor mais clara que possibilitou a reflexão de parte dos raios solares e também pelo próprio efeito da cobertura do solo imposta pela barreira, retardando a perda de calor em relação ao solo sem cobertura.

Coelho et al. (2013a), trabalhando com a cultura do pimentão, verificaram que a cobertura do solo com filme de polietileno proporcionou amplitudes térmicas em torno de 11 °C em relação ao sistema de plantio direto, com solo coberto com palhada de braquiária, e com preparo convencional sem cobertura, sendo que menores índices foram constatados mediante a cobertura com material vegetal, também, por evitar aquecimento excessivo nas horas mais quentes do dia e menor efeito sobre a temperatura mínima devido a conservação da temperatura durante a noite pelo efeito isolante.

O acúmulo de matéria fresca e a produtividade da cultura da alface foram influenciadas pelo tipo de cobertura usada e pela interferência das plantas daninhas

(Tabela 3). O tratamento sem cobertura e sem capinas proporcionou a menor produtividade total ($27,2 \text{ t ha}^{-1}$), com redução de 35% relação ao tratamento sem cobertura e capinado ($41,64 \text{ t ha}^{-1}$). Essa perda ocorreu em função da infestação de plantas daninhas, que competem por recursos essenciais ao crescimento e desenvolvimento da cultura da alface como água, luz e nutrientes (Carvalho et al., 2005). Moura filho (2009), também constatou perdas na produtividade total na cultura da alface, quando não se fez o controle de plantas daninhas.

Quando se utilizou a cobertura com filme de polietileno, a produtividade foi de $37,15 \text{ t ha}^{-1}$, sendo 11% menor em relação ao tratamento sem cobertura e com capina. Este resultado possivelmente está relacionado à elevação da temperatura do solo pelo uso do filme de polietileno, (Figura 3A) em com aumento de $6,1 \text{ }^\circ\text{C}$ em relação ao tratamento sem cobertura e com capina, valor este que pode ter influenciado negativamente o crescimento da cultura e ocasionado perdas de produtividade, ao passo que o tratamento com cobertura de papel reciclado reduziu o aquecimento do solo ao longo do ciclo da alface em comparação aos demais tratamentos, e obteve maior produtividade ($47,15 \text{ t ha}^{-1}$), com incremento de 15 e 28% em relação aos tratamentos sem cobertura do solo com capinas e com cobertura do solo com filme de polietileno, respectivamente.

Temperaturas do solo elevadas têm efeitos negativos sobre desenvolvimento de plântulas e raízes e na atividade microbiana do solo (Furlani et al., 2008, Cunha et al., 2014), podendo comprometer absorção de nutrientes pelas plantas de alface (Andrade Junior et al., 2005).

Brault et al. (2002a) verificaram aumento da produtividade na cultura da alface quando se utilizou a cobertura do solo com papéis pardo e preto em comparação ao solo sem cobertura e com controle de plantas daninhas. Também para a cultura da alface no cultivo de verão, Muller (1991) verificou aumento da produtividade quando se utilizou bagaço de cana como cobertura do solo, que reduziu a temperatura do solo em $4 \text{ }^\circ\text{C}$ com valor médio diário de $30,21^\circ\text{C}$, em relação ao solo sem cobertura.

Outros trabalhos utilizando material vegetal como cobertura do solo na cultura da alface, demonstraram produtividade superior quando comparados ao filme de polietileno com este apresentando temperaturas mais elevadas (Zizas et al., 2002; Moura filho, 2009).

Queiroga et al. (2002) e Coelho et al. (2013), trabalhando com a cultura do pimentão, verificaram que a cobertura do solo com cobertura vegetal reduziu a temperatura do solo e aumentou a produtividade de pimentão.

Foi verificado que o número de folhas de alface foi estatisticamente semelhante entre os tratamentos com cobertura de solo com filme de polietileno e papel reciclado e o tratamento sem cobertura e com capinas, indicando que a queda observada de produtividade está relacionada ao menor crescimento das folhas já que o filme de polietileno apresentou a menor altura de planta entre os tratamentos, portanto folhas menores. Entretanto, há que se ressaltar que todos os tratamentos mantiveram a mesma qualidade da alface no tocante ao ataque de pragas e doenças, pendoamentos, desuniformidade de produto e coloração. O tratamento sem cobertura sem capinas teve reduzido número de folhas emitidas em razão da interferência das plantas daninhas que suprimiu o crescimento da alface e diminuíram a produtividade e a qualidade do produto comercial (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios da matéria fresca, número de folhas/planta, altura e produtividade total, nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa-MG, UFV, 2017

Tratamentos	Matéria fresca (g/planta)	Número de folhas/plantas	Altura de Plantas (cm)	Produtividade total (t ha ⁻¹)
Sem cobertura sem capina	170,03 c	13,13 b	23,90 b	27,20 c
Sem cobertura com capinas	260,26 b	17,04 a	24,84 ab	41,64 b
Filme de polietileno	232,18 b	17,51 a	24,05 b	37,15 b
Papel reciclado	297,82 a	18,04 a	26,72 a	47,65 a
CV (%)	6,00	4,00	5,03	7,00

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

O consumo de água nos tratamentos com e sem cobertura do solo foi crescente durante todo o ciclo da cultura da alface (Tabela 5), embora houve um maior incremento no consumo no tratamento sem cobertura em comparação ao solo coberto com filme de polietileno e papel reciclado, que com menor consumo de água principalmente nas duas primeiras semanas, em comparação aos tratamentos sem cobertura. Esse fato ocorreu devido essas coberturas formarem uma barreira física,

impedindo que radiação solar chegar chegasse até o solo, diminuindo a taxa evaporativa de água, pois grande parte da água é perdida por evaporação principalmente na fase inicial de crescimento das culturas (Medeiros, 2007). Teófilo et al. (2012), na cultura do melão verificaram que o filme de polietileno reduziu 31% no consumo de água até a quinta semana, comparado com solo sem cobertura com capinas.

Tabela 5 - Consumo de água na cultura da alface por ocasião do transplântio e da 1^a a 4^a semana, nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa-MG, UFV, 2017

Tratamentos	Consumo de água (m ³ ha ⁻¹)					Total (m ³ ha ⁻¹)
	Transp.	1 ^a Semana	2 ^a Semana	3 ^a Semana	4 ^a Semana	
Sem cobertura sem capina	250	96 a	233 a	227 a	376 a	1182 a
Sem cobertura com capinas	250	96 a	223 a	222 a	376 a	1167 a
Filme de polietileno	250	0	31 c	150 b	353 b	784 c
Papel reciclado	250	0	91 b	160 b	357 b	858 b
CV (%)		3,53	5,00	3,90	4,50	4,00

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

A partir da terceira semana, verificou-se maior incremento no consumo de água em todos os tratamentos, em razão do maior crescimento das plantas, e consequente maior demanda por água. Simultaneamente, o crescimento das plantas provoca também redução do efeito da cobertura do solo sobre a perda de água para a atmosfera por meio da evaporação em razão da cobertura do solo promovida pelas próprias folhas da alface.

Ao final do ciclo da cultura da alface as coberturas do solo com filme de polietileno e papel reciclado proporcionaram menor consumo de água em relação ao tratamento sem cobertura com capina, com economia maior apresentada pelo filme de polietileno em torno 33% (784 m³ ha⁻¹), seguido pelo papel reciclado, com redução de 27 % (858 m³ ha⁻¹) em relação ao solo sem cobertura e com capina (1182 m³ ha⁻¹). Gonçalves et al. (2005), utilizando a cobertura do solo com o filme de polietileno azul na cultura da alface, obtiveram redução de 34% no consumo total de água comparado ao

tratamento sem cobertura do solo. Matichaka (1996) verificou que ambas as coberturas do solo com papel e filme de polietileno mantiveram a umidade do solo por um período maior comparado com solo sem cobertura. Já Jenni et al. (2004), constataram que o filme de polietileno demonstrou ser mais eficiente que o papel em manter a umidade do solo na cultura da alface.

Os tratamentos sem cobertura com e sem capinas proporcionaram consumo total de água semelhante ao final do ciclo. Entretanto, quando não se realizou a capina a produtividade foi 35% menor, o que diminuiu a eficiência do uso da água em comparação ao tratamento sem cobertura e com capinas devido ao aumento da quantidade de água necessária na produção da mesma quantidade de alface e pelo uso da água pelas plantas daninhas embora estas não terem promovido competição por água, haja vista que o solo foi mantido com a mesma umidade em todos tratamentos.

Com relação a eficiência do uso da água, as coberturas do solo com papel reciclado e filme de polietileno, demonstraram ser mais eficientes em relação ao solo sem cobertura e com capinas, pois necessitaram de menor quantidade de água na produção de um quilograma de alface, cerca de 18 e 21 L kg⁻¹, respectivamente (Tabela 6), sendo o papel reciclado mais eficiente, com redução de 3 litros em relação ao filme de polietileno, haja vista que mesmo o papel reciclado consumindo maior quantidade de água, foi mais eficiente no aumento da produtividade. Esse efeito pode ser atribuído ao papel ter reduzido o aquecimento do solo em 8,2 °C em relação ao filme de polietileno (Figura 2^a), o que proporcionou melhores condições ao crescimento das plantas e consequente aumento da produtividade, visto que a água não foi fator limitante.

Tabela 6 - Produtividade total e eficiência no uso da água na cultura da alface, nos tratamentos sem cobertura do solo com e sem capinas e com cobertura com filme de polietileno e papel reciclado. Viçosa-MG, UFV, 2017

Tratamentos	Produtividade total (t ha ⁻¹)	Consumo total de água (m ³ ha ⁻¹)	Eficiência do uso da água (L kg ⁻¹)
Sem cobertura sem capina	27,20 c	1182 a	43,46 a
Sem cobertura com capinas	41,64 b	1167 a	28,03 b
Filme de polietileno	37,15 b	784 c	21,10 c
Papel reciclado	47,65 a	858 d	18,00 d
CV (%)	7,00	4,00	6,00

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

A cobertura com papel reciclado permitiu aumento da eficiência do uso da água com economia de 10 litros de água na produção de um quilograma de alface em relação ao tratamento sem cobertura e com capinas, o que corresponde a uma redução de 37% do consumo total de água. Esse fato deve-se à economia de água nas primeiras semanas em função menor da perda de água por evaporação e principalmente ao aumento na produtividade.

A economia de água proporcionada pela cobertura do solo com papel reciclado representa 334,2 m³ por hectare cultivado com alface. Essa quantidade de água seria capaz de produzir a mesma quantidade de alface em uma área 37% maior ou, esse volume seria suficiente para abastecer aproximadamente 25 famílias com quatro pessoas durante o período de um mês, que é o ciclo da alface, considerando que o consumo ideal necessário por pessoa mensalmente é de 3,3 m³ (ONU).

Ademais trata-se de uma tecnologia simples, menos agressiva ao ambiente quando comparado ao filme de polietileno.

3.6. CONCLUSÕES

Concluiu-se que a cobertura do solo com papel reciclado é eficiente no controle de plantas daninhas, diminui o aquecimento do solo, reduz o consumo de água e aumenta a eficiência do uso da água no cultivo da alface.

3.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 297p. (FAO, irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE JÚNIOR, V.C.; YURI, J.E., NUNES, U.R., PIMENTA, F.L., MATOS, C. S.M.; FLORIO, F.C.D.A.; MADEIRA, D.M. Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p. 899-903, 2005.

BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.M.L.; SANTOS, J.S.; QUEIROZ, S.O.P.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B.F. Produção e qualidade de frutos de melão submetidos a dois sistemas de irrigação. **Horticultura Brasileira**. v.27, n.2, p.246-250, 2009.

BRAULT, D.; STEWART, K.A.; JENNI, S. Growth, development, and yield of head lettuce cultivated on paper and polyethylene mulch. **HortScience**, v.37, p.92-94, 2002a.

CARDOSO, M.T.; CARNEIRO, A.C.O.; OLIVEIRA, R.C.; CARVALHO, A.M.M.L.; JÚNIOR, W.P.; MARTINS, M.C.; SANTOS, R.C.; Propriedades físicas e mecânicas de papéis reciclados utilizados para fabricação de tubetes. **Ciência Florestal**, v.22, n.2, p. 403-411, 2012

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.

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 Agrônômica**, v.44, p.741-749, 2013a.

COELHO, M.E.H.; COELHO, M.E.H.; FREITAS, F.C.L.; CUNHA, J.L.X.L.; SILVA, K.S. Coberturas do solo sobre a amplitude térmica e a produtividade de pimentão. **Planta daninha**, v.31, n.2, p.369-378, 2013.

COOLONG, T. Performance of Paper Mulches Using a Mechanical Plastic Layer and Water Wheel Transplanter for the Production of Summer Squash. **HortTechnology** v. 20, n.2 p.319-324, 2010.

CUNHA, J.L.X.L.; FREITAS, F.C.L.; COELHO, M.E.H.; SILVA, M.G.O.; SILVA, K. S.; NASCIMENTO, P.G.M.L. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Agroambiente**, v.8, p.119-126, 2014.

FURLANI, C.E.A; CAMERO, C.A; LEVIEN, R; SILVA, R..P. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.1, p.375-380, 2008.

GONÇALVES, A.O.; FAGNANI, M. A.; PERES, J.G. Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno azul no consumo de água da cultura da alface cultivada em estufa. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.622-631, 2005.

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.

HAAPALA, T.; PALONEN, P.; KORPELA, A.; AHOKAS, J. Feasibility of paper mulches in Crop Production. **Agric food Sci.**; v.23, p.60-79. 2014.

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.

JENNI, S.; BRAULT, D.; STEWART, K.A. Degradable mulch as an alternative for weed control in lettuce produced on organic soils. **Acta Horticulturae**, v.638, p.111-118, 2004.

- KASIRAJAN, S.; NGOUJIO, M, Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.32, p. 501-529, 2012.
- KYRIKOU, I. Biodegradation of agricultural plastic films: A critical review. **Journal of Polymers and the Environment**, v.15, n.1, p.125-150, 2007.
- LAMONT, J.W. Plastics: Modifying the microclimate for the production of vegetable crops. **HortTechnology**, v.15, p.477-481, 2005.
- MATITSCHKA, G. Mineral N dynamic, N uptake and growth of lettuce as affected by mulch. **Acta Horticulturae**, v.428, p.85-94, 1996.
- MERFIELD, C. Organic Weed Management: A Practical Guide. Lincoln University. 2002. 30p.
- MONKS, D.C.; MONKS, D.W.; BASDEN, T.; SELDERS, A., POLAND, S.; RAYBURN, E. Soil Temperature, Soil Moisture, Weed Control, and Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Response to Mulching. **Weed Technology**, v.11, p.561-566, 1997.
- MORENO, M.M.; MORENO, C.; TARQUIS, A.M. Mulch materials in processing tomato: a multivariate approach. **Scientia Agricola**, v.70, n.4, p.250-256, 2013.
- MOURA FILHO, E.R. Cobertura do solo e épocas de capina nas culturas da alface e beterraba. 2009. 67f. Tese (Doutorado em fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2009.
- MULLER, A.G. Comportamento térmico do solo e do ar em alface (*Lactuca sativa L.*) para diferentes tipos de cobertura do solo. Piracicaba, 1991. 77p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, A.A.B.; PEREZ, L.F. Contaminação de enteroparasitas em folhas de alface (*lactuca sativa*) e agrião (*nasturtium officinalis*) em duas hortas comerciais de foz do iguaçu, estado do paraná, Brasil. **Novo Enfoque**, v.18, n.18, p.109-124, 2014
- PEREIRA, W. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. In: VARGAS, L e ROMAN, E.S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Passo Fundo: Embrapa Trigo. p. 603-658, 2008.
- PESSALA, R. & HÅRDH, K. Mulching in the cultivation of pickling cucumber. **Annales Agriculturae Fenniae**, v.16. p.64-71,1977.
- QUEIROGA, R.C.F.; NOGUEIRA, I.C.C.; BEZERRA NETO, F.; MOURA, A.R.B. D.; PEDROSA, J.F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.3, p.416-418, 2002.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V.V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- 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.

Shogren, R.L. Preparation and Characterization of a Biodegradable Mulch: Paper Coated with Polymerized Vegetable Oils. **Journal of Applied Polymer Science**, v.73, p.2159-2167, 1999.

SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., FERREIRA, L.R., SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. **Editora UFV**, 2007. 367p.

TEÓFILO, T.D.S., FREITAS, F.C.L., MEDEIROS, J.D., SILVA, D.D., GRANGEIRO, L.C., & TOMAZ, H.D.Q. Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, 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.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Conclui-se que os papéis reciclados 1 e 2 e o papel semi-kraft possuem potencial para o uso como cobertura do solo na cultura da alface em razão do efetivo controle de plantas daninhas, redução da temperatura do solo e aumento da produtividade sendo igualmente eficientes ao filme de polietileno. Apesar dos papéis para jornal e da palha de cana-de-açúcar, terem obtido resultado inferior aos demais papéis, poderiam ser utilizados como cobertura de solos, mas com algumas restrições principalmente com relação a comunidade de plantas daninhas presentes na área e ao excesso de exposição de umidade no campo.

O papel reciclado 1 é uma eficiente estratégia na redução do consumo de água e aumento na eficiência do uso da água, e seu uso proporciona melhores condições para o aumento da produtividade na cultura da alface, bem como o controle de plantas daninhas, redução da temperatura e amplitude térmica do solo.