

GUSTAVO HENRIQUE DA SILVA

**ABOBRINHA ITALIANA CULTIVADA COM DIFERENTES
COBERTURAS DO SOLO E ÁREAS MOLHADAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

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

T

S586a
2018
Silva, Gustavo Henrique da, 1993-
Abobrinha italiana cultivada com diferentes coberturas do
solo e áreas molhadas / Gustavo Henrique da Silva. – Viçosa,
MG, 2018.
xi, 66f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Fernando França da Cunha.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 61-66.

1. Água - Uso. 2. Cobertura dos solos. 3. Irrigação.
4. Evaporação. 5. Polietileno. 6. *Cucurbita pepo* L..
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia
Agrícola. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.
II. Título.

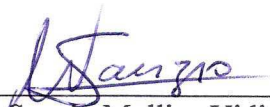
CDD 22. ed. 631.7

GUSTAVO HENRIQUE DA SILVA

**ABOBRINHA ITALIANA CULTIVADA COM DIFERENTES
COBERTURAS DO SOLO E ÁREAS MOLHADAS**

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

APROVADA: 18 de julho de 2018.



Sanzio Mollica Vidigal



Derly José Henriques da Silva
(Coorientador)



Fernando França da Cunha
(Orientador)

Aos meus pais Vandis Virissimo da Silva e Luciene de Moraes Silva, aos meus irmãos Guilherme Henrique da Silva e Gabriel Vitor da Silva e ao Silvio Bueno Pereira.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter criado as plantas.

Aos meus pais e irmãos pelo carinho, incentivo e apoio durante todos estes anos.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Agrícola e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela excelência e qualidade de ensino, disponibilidade de infraestrutura e oportunidades oferecidas.

Ao CNPq pelo concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Professor Fernando França da Cunha pela amizade, confiança, auxílio nas dúvidas, dicas, soluções de problemas e oportunidades.

Aos meus coorientadores Professores Derly José Henriques da Silva e Caetano Marciano de Souza pelos conselhos, colaborações, assistência e amizade.

Ao meu coorientador Silvio Bueno Pereira (*in memoriam*) pela amizade, assistência, colaboração, conselhos, auxílio desde a época da graduação durante as bolsas de iniciação científica até a pós-graduação. Ele sempre me incentivou a pesquisar e buscar conhecimentos. Hoje ele descansa em paz mas será eternamente lembrado pela excelente pessoa que era e pelos excelentes profissionais que ele ajudou a formar. Saudades eterna!

Ao estudante de iniciação científica Caio Morais pela amizade, companheirismo, confiança, ajuda em todas as etapas da instalação e condução dos experimentos.

Aos estudantes Jannaylton Santos, Flávio Raimundi, Santos Dias, Cássio Alvino, Elvis Alves, Rafael Paes, Edcássio Araújo pela ajuda na instalação dos experimentos.

Aos funcionários da Horta Velha de Pesquisa pela ajuda na condução dos experimentos bem como na realização dos tratos culturais.

À Horta Velha de Pesquisa e ao Departamento de Fitotecnia pela infraestrutura utilizada na realização dos experimentos.

Aos estudantes Agnaldo Freitas e Tiago Guazzelli pela colaboração e auxílio na instalação e programação do Arduino e seus sensores.

Ao estudante Ronaldo Machado pela colaboração e auxílio na mensuração da área foliar através da análise digital das fotografias.

Ao Fabio Delazari pelos conselhos e ajuda nas avaliações com o equipamento IRGA.

Aos amigos do Grupo de Estudo e Soluções para Agricultura Irrigada (GESAI) Lucas Borges, Rafael Martins, Rodrigo Dal-Sasso, Daniel Althoff, Luan Peroni, Lucas Borges, Flávio Bastos, Vinicius Mendes, Dionei Lima, Roberto Filgueiras, Catariny Aleman.

Aos funcionários da Universidade Federal de Viçosa José Antônio, Francisco Duarte, Francisco Silva e Policarpo Silva pela colaboração, conselhos, auxílio e assistência na condução dos experimentos.

Ao professor Doutor Caetano Marciano de Souza e ao estudante Agnaldo Freitas pela doação do papel reciclado utilizado nos experimentos deste trabalho.

À Electroplastic pela doação do filme plástico de polietileno utilizado nos experimentos deste trabalho.

À Petroisa Irrigação pela doação de todo o sistema de irrigação utilizado nos experimentos deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) pela doação das sementes da abobrinha italiana cv. PX7051 utilizadas nos experimentos deste trabalho.

BIOGRAFIA

Gustavo Henrique da Silva, filho de Vandis Virissimo da Silva e Luciene de Moraes Silva, nascido na cidade de Janaúba, no estado de Minas Gerais em 04 de agosto de 1993. Em 2010 concluiu o curso profissionalizante de Técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, IFNMG, Janaúba, MG. Em julho de 2016 graduou-se em Agronomia pela a Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Em agosto de 2016 ingressou no programa de Pós-Graduação em nível de Mestrado, em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa campus Viçosa, MG, na área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa de dissertação em julho de 2018.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. HIPÓTESES E OBJETIVOS	5
2.1. Hipóteses	5
2.2. Objetivo Geral	5
2.3. Objetivos Específicos	5
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1. Uso da Água no Mundo e no Brasil	6
3.2. Demanda Hídrica das Culturas	6
3.3. Manejo da Irrigação.....	7
3.4. Porcentagem de Área Molhada	8
3.5. Utilização de Plástico no Mundo e no Brasil	9
3.6. Uso de Cobertura do Solo de Filmes Plásticos na Agricultura	10
3.7. Uso de Material Biodegradável como Cobertura do Solo.....	12
3.8. Papel Reciclado	13
3.9. A Cultura da Abobrinha Italiana	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Caracterização da Área Experimental	16
4.2. Delineamento Estatístico e Tratamentos	16
4.2.1. Tratamentos com Coberturas do Solo	17
4.2.2. Tratamentos com Perfis de Molhamento	17
4.3. Manejo da Adubação.....	18
4.4. Manejo da Irrigação.....	20
4.5. Clima	22
4.6. Características Avaliadas.....	29
4.7. Análise Estatística	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.1. Lâmina de Irrigação Líquida e Precipitação Efetiva	33
5.2. Plantas Daninhas	34

5.2.1.	Massa Seca de Plantas Daninhas	34
5.2.2.	Distribuição das Espécies de Plantas Daninhas	36
5.3.	Temperatura do Solo	36
5.4.	Temperatura Foliar	39
5.5.	Fotossíntese Líquida e Abertura Estomática	40
5.6.	Comprimento do Caule.....	42
5.7.	Massa Seca de Parte Aérea.....	43
5.8.	Número de Brotações	44
5.9.	Área Média de Folhas.....	45
5.10.	Índice de Área Foliar	46
5.11.	Área Foliar Específica	48
5.12.	Produção de Frutos por Planta.....	49
5.13.	Número de Frutos Comerciais por Planta.....	52
5.14.	Massa Média, Diâmetros Maior e Menor, Densidade de Frutos	54
5.15.	Frutos Defeituosos	56
5.16.	Produtividade de Água e Eficiência no Uso da Água.....	57
6.	CONCLUSÕES	60
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

RESUMO

SILVA, Gustavo Henrique da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2018. **Abobrinha italiana cultivada com diferentes coberturas do solo e áreas molhadas.** Orientador: Fernando França da Cunha. Coorientadores: Silvio Bueno Pereira, Derly José Henriques da Silva e Caetano Marciano de Souza.

O uso de cobertura do solo permite aumentar a eficiência no uso da água e a produtividade das culturas. A cobertura do solo reduz o processo de evaporação de água do solo por impedir que a radiação solar e o vento atinja diretamente a superfície do solo. A cobertura do solo também aumenta o processo de transpiração devido à maior conversão da energia da radiação solar em aquecimento do ar (calor sensível) por causa da limitação da evaporação de água (calor latente) resultando em aumento do déficit de pressão de vapor do ar. Tradicionalmente a cobertura do solo utilizada é de polietileno. O polietileno por não ser biodegradável deve ser retirado do solo após o uso. A utilização de materiais biodegradáveis, para substituir o polietileno, vem sendo pesquisados, contudo, o uso destes materiais é limitado devido ao alto custo. Uma alternativa ao polietileno é o papel reciclado, que possui muitas vantagens, mas que devem ser confirmadas por meio de pesquisa científica. Neste sentido, objetivou-se estudar o efeito de coberturas do solo e perfis de molhamento sobre as características ecofisiológicas e agronômicas da cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L. cv PX 7051). A abobrinha italiana foi cultivada em campo, a céu aberto, durante dois ciclos com períodos de 75 (18/08/2017 a 31/10/2017) e 57 (19/02/2018 a 16/04/2018) dias. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com seis repetições em esquema fatorial (4x2). O fator primário foi cobertura do solo (filme de polietileno de coloração preta e branca, papel reciclado e sem cobertura). Fator secundário foi o perfil de molhamento (50 e 70% de área molhada) imposto por duas diferentes fitas gotejadoras. Foram avaliados a lâmina de água aplicada, massa seca de plantas daninhas, temperatura do solo, temperatura da folha, fotossíntese e abertura estomática, comprimento do caule, massa seca da parte aérea de plantas, área média de folhas, índice de área foliar, produção e número de frutos comerciais e não comerciais, produtividade. Todas as coberturas foram eficientes em economizar água. Todas as coberturas foram eficientes em controlar as plantas daninhas. O papel

reciclado e o polietileno de cor branca podem ser utilizados para diminuir a temperatura do solo. Todas as coberturas do solo promoveram aumento da temperatura foliar. A fotossíntese e a abertura estomática não foram influenciadas pela cobertura do solo. Todas as coberturas promoveram maior produção e número de frutos comerciais e maior produtividade de água. São recomendadas as coberturas do solo de polietileno de colorações branca e preta objetivando produção de frutos. Recomenda-se todas as coberturas do solo para melhorar a produtividade de água. Recomenda-se o perfil de molhamento com 50% de área do solo molhada.

ABSTRACT

SILVA, Gustavo Henrique da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2018. **Zucchini cultivated with different soil cover and irrigation profiles**. Advisor: Fernando França da Cunha. Co-Advisors: Silvio Bueno Pereira, Derly José Henriques da Silva and Caetano Marciano de Souza.

The soil cover improve the water use efficiency and increase the crop productivity. Soil cover reduces the soil water evaporation for prevent solar radiation and wind from reaching directly the soil surface. Soil cover also intensify the transpiration for the greater conversion of solar radiation energy into air heating (sensible heat) because soil water evaporation limiting (latent heat) resulting in increased vapor pressure deficit. Traditionally, the polyethylene is used for soil cover. Polyethylene is not biodegradable, them it must be removed from the soil after use. Biodegradable materials to replace the polyethylene have been researched, however, there is a limitation because of the high cost. An alternative to polyethylene is recycled paper, which has many advantages, but it needs to be confirmed through scientific research. The aim of this work was study soil cover and irrigation profiles on the ecophysiological and agronomic characteristics of zucchini (*Cucurbita pepo* L. cv PX 7051). The zucchini was cultivated in open field in two cycles with 75 (08/18/2017 to 10/31/2017) and 57 (02/19/2018 to 04/16/2018) days. The adopted experimental designed was randomized block with six replicates in factorial scheme (4x2). The primary factor was soil cover (black polyethylene, white polyethylene, recycled paper and without soil cover). Secondary factor was irrigation profile (50% and 70% of the wetted area soil) imposed by two different drip irrigation. Depth irrigation, effective precipitation, weed control, soil temperature, leaf temperature, photosynthesis, stomatal opening, stem length, dry mass of the aerial part, average leaf area, leaf area index , the production and number of commercial and non-commercial fruits, water productivity and was measured. All the soil covers was improve saving water. All the soil covers controlled weeds. Recycled paper and white polyethylene can be used to lower soil temperature. All the soil cover increased the leaf temperature. Photosynthesis and stomatal opening were not influenced by soil cover. All the soil cover promoted higher production and number of commercial fruits and water

productive. The white and black it is recommended to improve the fruit production. All the soil cover it is recommended to improve the water productive. The wet profile with 50% wetted area is recommended.

1. INTRODUÇÃO

As atividades relacionadas à agropecuária utilizam grandes volumes de água. A agricultura irrigada é a atividade que mais utiliza água no Brasil assim como em outras partes do mundo. Estima-se que a demanda de água apenas pela agricultura irrigada brasileira seja em torno de 67% do total de $1.109 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ demandados pelo país. Outro fato relevante é que a área irrigada em 2014 no Brasil foi de aproximadamente 6,11 milhões de hectares e há perspectivas que esta área possa ser expandida para 30 milhões de hectares (ANA, 2017).

Diante da crescente expansão das áreas irrigadas e da realidade de que a água é um recurso natural finito, é de suma importância a geração de conhecimentos que propõem mais racionalidade e eficiência no uso deste recurso e, se possível, com redução da demanda. Para isto, se torna imprescindível a implementação de novas tecnologias tais como uso de sistemas de irrigação localizada associado à aplicação do manejo de irrigação e o uso de cobertura do solo.

O uso do sistema de irrigação localizada juntamente com cobertura do solo tem possibilitado o cultivo, principalmente de hortaliças, com alta produtividade e com alto emprego de tecnologias, principalmente em regiões áridas (QIN et al., 2016). Estima-se que as regiões áridas representam 45% da superfície dos continentes, portanto, estas áreas são indispensáveis para a produção de alimentos (SCHIMMEL, 2010).

No método de irrigação localizada a água é aplicada somente em uma fração da área, resultando em perfis de molhamento diferentes denominados de bulbo molhado ou faixa molhada (bulbos sobrepostos). A combinação entre vazão e espaçamento entre os emissores aliado à profundidade do sistema radicular e o tempo de irrigação pode resultar em diferentes valores para área molhada (BARROS; SANTOS; NETTO, 2016; SOUZA; FOLEGATTI, 2009). Geralmente, a área molhada é proporcional a vazão e inversamente proporcional ao espaçamento entre os emissores.

Neste método de irrigação a água é aplicada por sistemas de irrigação que possuem baixa intensidade de aplicação, que somada a limitação da caixa d'água do solo, exige alta frequência de irrigação. No manejo da irrigação, quando adota-se maior segurança (fator "f" pequeno), esta alta frequência de irrigação proporciona pequena oscilação da umidade do solo na zona radicular e permanência da mesma próxima a umidade correspondente à capacidade de campo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

O manejo de irrigação, de modo geral, consiste em determinar a demanda de água e o momento oportuno da irrigação. A demanda de água pode ser determinada via clima. Para isso, determina-se a evapotranspiração de referência (ET_0) e multiplica-se por coeficientes de ajuste relacionados a cultura, solo e sistema de irrigação. Já o momento da irrigação está relacionado com a depleção de água no solo que a cultura pode ser submetida.

A metodologia para realizar o manejo na irrigação em condições em que se utiliza sistema de irrigação localizada é a apresentada por ALLEN et al. (1998). No entanto, são escassos os trabalhos na literatura que validam esta metodologia para condições em que há cobertura do solo. Deste modo a metodologia mais utilizada para realizar o manejo da irrigação em cultivos com cobertura do solo é através do acompanhamento da umidade do solo (SARAIVA et al., 2012; BARATA, 2014).

A técnica de cultivo que utiliza a cobertura do solo permite reduzir significativamente o processo de evaporação da água do solo. Em consequência disso, há redução da lâmina de irrigação e aumento da eficiência no uso da água (ALLEN et al., 1998). Além da economia de água, a cobertura do solo minimiza o efeito negativo das plantas daninhas, aumenta a eficiência das adubações, aumenta a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, cria um microclima favorável à planta devido às modificações do balanço de energia (absorvância e reflectância) e transferência de calor sensível e, em alguns culturas, antecipa a colheita (SANTOS; OBREGÓN, 2009; YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013).

Tradicionalmente, para evitar perda de água pelo processo de evaporação a cobertura do solo utilizada era a palhada ou simplesmente restos de folhas em decomposição, que neste caso, pode ser denominada de *mulching*. No entanto, por apresentar melhores resultados quanto à economia de água, aliado a diversas vantagens, o polietileno se tornou o material mais utilizado para esta finalidade, sobretudo em regiões áridas (YANG et al., 2015).

O polietileno, devido à sua constituição química, não é biodegradável em condições naturais. Portanto, o filme plástico deve ser retirado do solo após o fim do ciclo da cultura. Entretanto, se observa uma baixa taxa de recuperação do plástico, ou seja, parte do plástico que foi usado não é retirado de volta do solo. Ocorrendo, portanto, o acúmulo de resíduos plásticos ano após ano. Quanto atinge alta quantidade de resíduos plásticos pode resultar na insustentabilidade no uso da terra, além de causar problemas ambientais (LIU; HE; YAN, 2014).

Os principais problemas que pode haver são (1) impedimento da infiltração, percolação e translocação da água no solo afetando o transporte de água e nutrientes resultando em heterogeneidade; (2) afeta negativamente a germinação e o crescimento radicular; (3) salinização secundária da camada superficial do solo; (4) formação de substâncias prejudiciais às plantas após a degradação do polietileno, tais como ésteres de ftalato, di-(2 etilhexil) ftalato, aldeídos e cetonas (CHEN et al., 2013; LIU; HE; YAN, 2014).

O país que mais utiliza plástico na agricultura é a China (LIU; HE; YAN, 2014). Estima-se que 60% da demanda mundial de plásticos agrícolas seja da China, onde este insumo possui a quarta maior importância para a agricultura (YANG et al., 2015). E neste país os problemas com resíduos plásticos no solo são frequentes. Basicamente, o motivo da grande quantidade de resíduos plásticos se resume ao uso de filmes plásticos com espessura fina (8 μ) enquanto que, em outros países se utilizam espessuras superiores a 15 μ . O uso de filmes plásticos com maiores espessuras permite uma taxa de recuperação de quase 100%, mesmo esta operação sendo totalmente mecanizada (LIU; HE; YAN, 2014).

Diante deste contexto, há uma busca contínua por componentes químicos que sejam biodegradáveis para constituir às coberturas do solo. Atualmente, as matérias primas com grande potencial e altamente sustentáveis são as fontes de carbono renovável tais como amido, celulose e óleos vegetais.

As pesquisas relacionadas a coberturas do solo biodegradáveis estão em estágios iniciais. No entanto, já existem estudos que mostram que o uso de coberturas do solo biodegradáveis não comprometem a produtividade ou qualidade dos frutos de melão (SARAIVA et al., 2012) e de tomate (MORENO; MORENO, 2008).

As vantagens do uso de cobertura do solo biodegradável em comparação com aquelas constituídas de polietileno são (1) realização de sua incorporação ao solo junto com os restos culturais; (2) preservação dos recursos não renováveis; (3) diminuição da temperatura do solo, fato que pode ser favorável para regiões com temperatura do ar elevada; (4) melhoria da atividade microbiológica do solo (MORENO; MORENO, 2008; SARAIVA et al., 2012).

Apesar dos benefícios, o uso de cobertura do solo biodegradável ocorre de maneira bem devagar. Os motivos podem ser apontados como resiliência da indústria tradicional de plástico, casos de *greenwashing* e custo elevado (BARATA, 2014). Uma alternativa que foi descoberta recentemente que pode competir com o plástico é o uso

de papel reciclado como cobertura do solo. FREITAS (2017) ao estudar distintos tipos de papel para esta finalidade concluiu que há alternativas com grande potencial para substituir o tradicional polietileno.

Como retratado anteriormente, o polietileno é impermeável a água e reduz o processo de evaporação de água do solo. Já a celulose, diferentemente do polietileno, possui afinidade com a água. Neste caso, talvez a cobertura de celulose pode não evitar de forma eficiente o processo de evaporação de água do solo. Desta forma, diferentes áreas molhadas impostas pelo sistema de irrigação localizada poderão propiciar diferentes reduções na taxa de evaporação do solo.

Outro fato interessante é que a cobertura do solo reduz a oscilação da umidade do solo, principalmente na camada superficial, e mantém a mesma próxima à capacidade de campo. Isto pode favorecer um maior desenvolvimento radicular na camada superficial do solo. Ou seja, o sistema radicular irá se desenvolver mais no sentido horizontal que no vertical. Dessa forma, um perfil de molhamento que estabeleça um bulbo ou faixa molhada que tenha maior comprimento na horizontal e menor profundidade pode favorecer a planta a explorar melhor o solo. Uma melhor exploração do solo pode resultar em maior absorção de nutrientes proporcionando aumento de produtividade.

2. HIPÓTESES E OBJETIVOS

2.1. Hipóteses

O papel reciclado permite economizar água de forma eficiente igual ao filme de polietileno.

O papel reciclado possui resistência suficiente para suprimir e controlar o crescimento das plantas daninhas igual ao filme de polietileno.

O maior valor de porcentagem de área molhada proporcionar aumento de produtividade.

2.2. Objetivo Geral

Estudar o efeito de quatro tipos de cobertura do solo e dois perfis de molhamento sobre as características ecofisiológicas, agronômicas e eficiência no uso da água na cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) em dois ciclos de cultivo.

2.3. Objetivos Específicos

I. Estudar o efeito dos tipos de coberturas nas características agronômicas, ecofisiológicas e eficiência no uso da água da cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.);

II. Estudar o efeito de dois perfis de molhamento nas características agronômicas, ecofisiológicas e eficiência no uso da água da abobrinha italiana;

III. Estudar o desempenho do papel reciclado como cobertura do solo em relação às coberturas de polietileno quanto às características agronômicas, ecofisiológicas e eficiência no uso da água;

IV. Verificar qual tipo de cobertura do solo proporciona melhores resultados para as características agronômicas, ecofisiológicas e eficiência no uso da água da abobrinha italiana; e

V. Verificar qual perfil de molhamento proporciona melhores resultados para as características agronômicas, ecofisiológicas e eficiência no uso da água da abobrinha italiana.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Uso da Água no Mundo e no Brasil

O setor agropecuário é responsável por 70% de toda a água doce captada no planeta (FAO, 2018). A maior parte desta água é destinada à irrigação das culturas. No Brasil, estima-se que a demanda de água apenas pela agricultura irrigada seja em torno de 67% do total (ANA, 2017). Deste modo, é fundamental conhecer a fundo a demanda hídrica das culturas para reduzir custos, perdas e impactos ambientais e aumentar a eficiência no uso da água, rendimento das cultura e o lucro do agricultor (MUNIANDY; YUSOP; ASKARI, 2016).

3.2. Demanda Hídrica das Culturas

A demanda hídrica de uma cultura corresponde à soma dos processos de transpiração da superfície vegetal e de evaporação de água da superfície do solo/água (THORNTHWAITE, 1948; ALLEN et al., 1998). A transpiração é o processo pelo qual a planta perde água em forma de vapor para a atmosfera através dos estômatos. Já o processo de evaporação é predominante nos estádios iniciais do estabelecimento de uma cultura devido ao baixo índice de área foliar. Uma das maneiras para aumentar a eficiência no uso da água é diminuir o processo de evaporação da água do solo, pois esta água é pouco útil para aumentar a produtividade das culturas (XIE; WANG; LI, 2005).

A soma dos processos de transpiração e evaporação resulta a evapotranspiração. A evapotranspiração é expressada em mm por unidade de tempo. Normalmente, a unidade de tempo utilizada é dia porém, pode ser utilizados outros intervalos de tempo como o período correspondente ao ciclo da cultura.

A evapotranspiração de uma cultura é determinada com base na evapotranspiração de referência (ET_0). A ET_0 é definida por ALLEN et al. (1998) como a evapotranspiração de uma cultura hipotética, assemelhando a grama. Essa cultura hipotética seria aquela que cobre uma superfície extensa, verde e uniforme com altura entre 0,08 e 0,15 m, valor de albedo de 0,23, resistência de dossel fixa (70 s m^{-1}), crescendo ativamente, sombreando completamente o solo e sem restrição hídrica no solo.

Ainda segundo ALLEN et al. (1998), os únicos fatores que afetam a ET_0 são as variáveis climáticas. Conseqüentemente, ET_0 é um parâmetro climático e pode ser calculado a partir de dados meteorológicos. ET_0 expressa o poder de evaporação da atmosfera em um local específico e época do ano e não considera as características da cultura e as características do solo.

Na literatura são reportados um grande número de equações para estimar a ET_0 . No entanto, muitas destas equações foram desenvolvidas para regiões específicas, logo, não podem ser generalizadas para todo o globo. Felizmente foi desenvolvido um modelo matemático que incorpora princípios físicos, fisiológicos e aerodinâmicos denominado de FAO-Penman-Monteith. Este modelo é o mais recomendado para calcular o valor de ET_0 da cultura hipotética (ALLEN et al., 1998).

Para calcular o valor de ET_0 são necessárias informações horárias ou diárias de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar (ALLEN et al., 1998).

3.3. Manejo da Irrigação

O manejo da irrigação tem por objetivo primordial determinar quando e quanto irrigar, considerando já existente o sistema de irrigação. Quanto irrigar pode ser encontrado através da ET_0 e coeficientes relacionados à cultura, ao sistema de irrigação e ao solo. Neste caso, a demanda de água é determinada por meio da evapotranspiração da cultura (ET_c), descrita na Equação 1 e expressa em $mm\ d^{-1}$ (ALLEN et al., 1998).

$$ET_c = ET_0 (K_{cb} K_s + K_e) \quad (1)$$

Em que:

ET_c - evapotranspiração da cultura, em $mm\ d^{-1}$;

ET_0 - evapotranspiração de referência, em $mm\ d^{-1}$;

K_{cb} - coeficiente de cultura basal, adimensional;

K_s - coeficiente de estresse, adimensional; e

K_e - coeficiente de evaporação, adimensional.

Para condições em que se utiliza cobertura do solo há uma metodologia desenvolvida e proposta por ALLEN et al. (1998). Segundo os autores, no momento

de calcular K_e (Equação 1) considera-se que a área exposta e molhada de solo, área correspondente ao orifício para o crescimento da planta, é quatro vezes maior que a área física. Já os valores de K_{cb} (tabelados) devem ser reduzidos em 5 a 15%. Os autores reforçam ainda que é de suma importância a calibração da curva de K_{cb} .

Ao avaliarem esta metodologia proposta por ALLEN et al. (1998), DING et al. (2013) obtiveram resultados inconsistentes. Logo, estes mesmos autores propuseram modificar a metodologia de ALLEN et al. (1998) e acrescentar os coeficientes de cobertura do dossel (K_{cc}), fator de senescência foliar (f_s) e fração de cobertura do solo (f_m). Na validação desta modificação, DING et al. (2013) encontraram uma excelente estimativa para K_e e K_{cb} na cultura do milho cultivado com cobertura do solo.

Através de lisímetros de drenagem, SHRESTHA; SHUKLA (2014) realizaram a calibração dos valores de K_{cb} para a cultura do pimentão e da melancia cultivados com cobertura do solo de filme plástico de coloração branco e preto, respectivamente. Os autores concluíram que para o pimentão, os valores de K_{cb} , em geral, apresentaram menores valores. Para melancia, os valores de K_{cb} inicial e intermediário diminuiu e aumentou, respectivamente, de acordo com os valores propostos por ALLEN et al. (1998). Os autores concluíram ainda que são necessários mais estudos que permitam calcular o K_e para condições que se utilizam cobertura do solo.

Na cultura do milho foi possível reduzir a evapotranspiração em 10% com o uso de cobertura do solo de polietileno e de sistema de irrigação localizada (QIN et al., 2016). Os autores observaram ainda menor oscilação da umidade do solo e menor perda de água por percolação. Em outro estudo, a produtividade do milho foi elevada em 24,6% e a eficiência no uso da água em 12,5% (GONG et al., 2017).

3.4. Porcentagem de Área Molhada

A porcentagem de área molhada (PAM) é definida pela razão entre área da superfície do solo que fica molhada pela água que sai do emissor e a área representada pelo mesmo emissor (KELLER; KARMELI, 1975). O valor de PAM depende da vazão e espaçamentos dos emissores, textura do solo e tempo de irrigação. O tempo de irrigação depende, dentre vários fatores, da cultura e do clima (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Para determinar o valor de PAM no método de irrigação localizada basta medir as dimensões horizontais do bulbo ou faixa molhada à profundidade de 15 a 30 cm

(MERRIAM; KELLER, 1978; KELLER; BLIESNER, 1990). A única recomendação de valor mínimo para PAM existe somente para culturas com grandes espaçamentos (frutíferas). Para estas culturas, o valor de PAM depende do clima, ou seja, para regiões úmidas o valor mínimo é 20% e para regiões secas este valor varia entre 33 e 50% (LÓPEZ et al., 1992).

Entretanto, sem considerar o clima diversos autores recomendam um faixa ideal que varia entre 33 e 67% (KELLER; BLIESNER, 1990), 30 a 60% (FRIZZONE et al., 2012) e 33 a 70% (BARROS; SANTOS; NETTO, 2016).

3.5. Utilização de Plástico no Mundo e no Brasil

No mundo foi produzido em torno de 322 milhões de toneladas de plástico no ano de 2015. Neste número estão incluídos materiais plásticos (termoplásticos, poliuretanos, termofixos, adesivos, revestimentos e selantes) e excluídas as fibras tereftalato de polietileno, poliamida, polipropileno e poliacrílicas (PLASTICSEUROPE, 2018).

Somente de termoplásticos foram produzidos 269 milhões de toneladas em todo o mundo em 2015. Neste mesmo ano, o Brasil produziu em torno de 2,3% deste total. Os termoplásticos destinados à agricultura brasileira correspondeu a 2,5% da quantidade produzida no País ou, aproximadamente, 155 mil toneladas (PLASTICSEUROPE, 2018).

Os exemplos de termoplástico são tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP), cloretos de polivinila (PVC), acrilonitrila butadieno estireno (ABS), poliamida (PA), policarbonato (PC), polietileno linear de baixa densidade (PELBD), poliacetato de etileno vinil (EVA), ácido tereftálico purificado (PTA) e poliestireno (PS) (PLASTICSEUROPE, 2018).

Para o uso como cobertura do solo o tipo de termoplástico mais utilizado é o polietileno de baixa densidade (PEBD), constituinte dos denominados filmes agrícolas. Há cerca de quatro fabricantes nacionais renomados no cenário de filmes agrícolas, a Poliagro, Negreira, Nortène e Electro Plastic. As exigências para produção são estabelecidas pelas NBR 15560-1, NBR 15560-2 e NBR 15560-3 publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os filmes plásticos para cobertura

do solo são comercializados basicamente nas colorações branco, preto e prata, no entanto, pode ser encontrado em diversas outras cores.

3.6. Uso de Cobertura do Solo de Filmes Plásticos na Agricultura

O filme plástico como cobertura do solo não permite que o vento e a radiação atinja diretamente o solo, principais responsáveis pela evaporação de água (YANG et al., 2015). Com isto a evaporação de água pode ser reduzida em 50 a 80% (ALLEN et al., 1998). Isto proporciona maior conversão da energia da radiação solar em calor sensível que resulta em aquecimento do ar (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013). Ao mesmo tempo, esse aquecimento do ar eleva o déficit de pressão de vapor de água do ar resultando em aumento da transpiração da cultura (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013). Desse modo a transpiração pode aumentar na ordem de 10 a 30% (ALLEN et al., 1998). Estas alterações em conjunto resulta em um decréscimo no valor do coeficiente de cultura (K_c) de 10 a 30% (ALLEN et al., 1998). Vale ressaltar que, esta redução no valor de K_c é responsável pela economia de água.

O filme plástico de coloração preta aumenta o saldo de radiação na superfície (SCHIMEL, 2010), enquanto que o plástico transparente reduz em, aproximadamente, 10% (FAN et al., 2017). Porém, o uso de plástico transparente aumenta consideravelmente o fluxo de calor no solo, e, como consequência, aumenta a temperatura do solo, quando comparado ao cultivo sem uso de cobertura do solo (FAN et al., 2017).

Ao utilizar a cobertura do solo há uma mudança na distribuição espectral da luz, favorecendo ao aumento do índice de área foliar e da taxa fotossintética. Esse fato promove maior desempenho foto-morfo-genético, melhorando o desenvolvimento das plantas, e como consequência, se observa uma maior produtividade e qualidade dos produtos agrícolas (BALLARÉ; SCOPEL; SÁNCHEZ, 1995). Observações de aumento da taxa de transpiração e na eficiência no uso da água foram relatadas em diversas culturas (BU et al., 2013; LIU et al., 2017).

YAGHI; ARSLAN; NAOUM (2013) observaram, ao cultivar pepino (*Cucumis sativus*, L.), que o uso da cobertura do solo de polietileno, independente da coloração, diminuiu a frequência de irrigações e reduziu a lâmina de irrigação em média 16% quando comparado ao cultivo sem cobertura do solo. Os autores observaram ainda, um incremento de produtividade variando de 30 a 45% e um aumento na eficiência no uso

da água entre 55 a 73%, dependendo da coloração do filme plástico. Os mesmos autores observaram também que, os valores do coeficiente de cultura (K_c) reduziram na ordem de 35% e o incremento de temperatura do solo foi de até 6,4 °C. Os maiores valores de temperatura foram observados no tratamento que recebeu o filme plástico transparente devido à alta transmitância de luz de ondas curtas.

Na cultura da melancia (*Citrullus lanatus* L.) o uso de filme plástico para cobertura do solo aumentou significativamente a massa média de frutos e a produtividade total, independente da coloração (DANTAS et al., 2013). Já com a cultura do melão amarelo (*Cucumis melo* L.) os filmes plásticos de coloração prata e marrom proporcionaram os maiores valores para massa média, número e produtividade de frutos em relação aos de coloração preto e amarelo (CÂMARA et al., 2007).

Na cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita. pepo*) foram encontrados melhores resultados utilizando filme plástico transparente como cobertura do solo em relação ao filme plástico preto (WATERER, 2000). Vale ressaltar que o plástico transparente promove passagem de luz e como consequência crescimento das plantas daninhas. Portanto, o autor reforça que este resultado foi possível devido ao baixo crescimentos de plantas daninhas em todos os tratamentos.

Em outra pesquisa com *C. pepo* L., as coberturas com filme plástico de cor preta e jornal mais palhada de duas gramíneas (*Poa pratensis* L. e *Lolium perene* L.) proporcionaram maior número de frutos em relação ao tratamento sem cobertura do solo (SPLAWSKI et al., 2014).

Constata-se com estes trabalhos, a necessidade do conhecimento de qual a melhor coloração do filme plástico para uma determinada cultura ou até mesmo para um cultivar (ECHER et al., 2015).

A energia em forma de calor armazenada no solo pela inibição do processo de evaporação da água proporciona um desenvolvimento mais rápido das plantas, formando o sistema radicular e aéreo mais vigorosos e, como consequência, se alcança maiores produtividades (YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013; YANG et al., 2015).

A transmitância da radiação global dos filmes plástico de distintas cores seguem a seguinte ordem, transparente \geq vermelho > verde > amarelo > azul > preto (AL-KARAGHOULI; AL-KAYSSI; HASSON, 1990). Logo, cada cor poderá influenciar o microclima local de formas diferentes proporcionando especificidades de usos. Naqueles com alta transmitância de luz permitem que as plantas daninhas germinem e

se desenvolvam no espaço entre o plástico e a superfície do solo resultando em um indesejável acúmulo de biomassa verde (YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013).

Os filmes plásticos proporcionam diversos benefícios, no entanto, há desvantagens que não podem ser negligenciadas. O polietileno, devido à sua constituição química, não é biodegradável em condições naturais. Portanto, o filme plástico deve ser retirado do solo após o fim do ciclo da cultura. Entretanto, se observa uma baixa taxa de recuperação do plástico (LIU; HE; YAN, 2014). O acúmulo de resíduos plásticos, ano após ano, pode levar a insustentabilidade no uso do solo e causar problemas ambientais.

Os principais problemas que pode haver são (1) impedimento da infiltração, percolação e translocação da água no solo afetando o transporte de água e nutrientes resultando em heterogeneidade; (2) afeta negativamente a germinação e o crescimento radicular; (3) salinização secundária da camada superficial do solo; (4) formação de substâncias prejudiciais às plantas após a degradação do polietileno, tais como ésteres de ftalato, di-(2 etilhexil) ftalato, aldeídos, cetonas (CHEN et al., 2013; LIU; HE; YAN, 2014).

A China é o país que mais utiliza plástico na agricultura no mundo (LIU; HE; YAN, 2014). Neste país, os resíduos plásticos no solo são muito frequentes. Basicamente, o motivo da grande quantidade de resíduos plásticos se resume ao uso de filmes plástico finos (8μ) enquanto que, em outros países se utilizam filmes plástico com espessura superior a 15μ , no qual permite uma taxa de recuperação de quase 100%, mesmo essa sendo totalmente mecanizada (LIU; HE; YAN, 2014).

Em alguns solos da China era possível encontrar entre 50 e 260 kg ha^{-1} de filme plástico somente na camada de 0 a 20 cm. Considerando que $1,0 \text{ kg}$ de filme plástico corresponde a 150 m^2 , em um hectare poderia ser encontrado de 7.500 a 39.000 m^2 (LIU; HE; YAN, 2014). Dessa forma, na pior situação, em $1,0$ hectare havia no solo uma quantidade de filme plástico que poderia cobrir quase quatro hectares.

Diante deste contexto, há uma busca contínua por componentes químicos que sejam biodegradáveis para constituir às coberturas do solo. Atualmente, as matérias primas com grande potencial e altamente sustentáveis são as fontes de carbono renovável tais como amido, celulose e óleos vegetais.

3.7. Uso de Material Biodegradável como Cobertura do Solo

As pesquisas para o desenvolvimento de materiais biodegradáveis, para serem utilizadas como coberturas do solo, estão em estágios iniciais. No entanto, há uma inovadora família de bio-plásticos chamada de Mater-Bi® constituídos de amido, óleos vegetais e polímeros biodegradáveis (NOVAMONT, 2018). A grande vantagem deste bio-plástico é que o mesmo pode ser incorporado ao solo e após um ano já não há mais resíduos nesse ambiente (COWAN; INGLIS; MILES, 2013).

As vantagens do uso de cobertura do solo biodegradável em comparação com aquelas constituídas de polietileno são (1) realização de sua incorporação ao solo junto com os restos culturais; (2) preservação dos recursos não renováveis; (3) diminuição da temperatura do solo, fato que pode ser favorável para regiões com temperatura do ar elevada; (4) melhoria da atividade microbiológica do solo (MORENO; MORENO, 2008; SARAIVA et al., 2012).

Em estudos já realizados mostram que o uso de coberturas do solo biodegradáveis não comprometem a produtividade ou qualidade dos frutos de melão (SARAIVA et al., 2012), de tomate (MORENO; MORENO, 2008) e de pimentão (BARATA, 2014).

Apesar dos benefícios, o uso de cobertura do solo biodegradável ocorre de maneira lenta. Os motivos podem ser apontados como resiliência da indústria tradicional de plástico, casos de *greenwashing* e custo elevado (BARATA, 2014). Estima-se que o custo da cobertura do solo biodegradável tem que ser 42% mais barato que a cobertura tradicional de polietileno para viabilizar a adesão pelos agricultores (SANTOS, 2014).

O custo elevado pode ser minimizado com o uso de papel reciclado como cobertura do solo. FREITAS (2017) ao estudar distintos tipos de papel para esta finalidade concluiu que há alternativas com grande potencial para substituir o tradicional polietileno.

3.8. Papel Reciclado

A produção brasileira de celulose foi de 19,52 milhões de toneladas em 2017 (IBÁ, 2018). O papel de celulose é constituído por uma fração mineral que pode chegar até 30% sendo que, o carbonato de cálcio é o componente mineral principal (HUBBE; GILL, 2016).

Na literatura são reportados vários trabalhos que utilizam distintos tipos de papéis como cobertura do solo, no entanto, o papel tipo Kraft foi o mais utilizado devido à sua resistência (HAAPALA et al., 2014). O papel como cobertura do solo pode reduzir a temperatura do solo (COOLONG, 2010; FREITAS, 2017), controlar plantas daninhas (FREITAS, 2017; HAAPALA et al., 2015; MORENO; MORENO; TARQUIS, 2013) e economizar água (CHAKRABORTY et al., 2010; FREITAS, 2017).

Além do papel Kraft há também o papel semikraft, reciclado, papel para impressão de jornal e o papel produzido a partir da palha da cana-de-açúcar. Em um estudo com a cultura do alface o papel semikraft, reciclado e aquele feito a partir da palha da cana-de-açúcar apresentaram grande potencial para uso (FREITAS, 2017). Segundo o autor, estes papéis confirmaram suas funções em controlar plantas daninhas e reduzir a temperatura, e contribuiu para aumento da produtividade em relação ao filme de polietileno de coloração preta.

Existem ainda um tipo de cobertura do solo chamada de *biofabrics*, apesar de não estarem disponíveis para o comércio já existem estudos científicos que revelam seu grande potencial. Estas coberturas são basicamente tecido não tecido compostos de ácido polilático ou ácido polilático em combinação com polihidroxialcanoato (COWAN; INGLIS; MILES, 2013).

3.9. A Cultura da Abobrinha Italiana

A abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) também conhecida como abobrinha Caserta, de tronco ou de moita pertence à família cucurbitaceae. É uma planta com crescimento ereto, apesar de seu caule herbáceo. Esta hortaliça está entre as dez hortaliças de maior importância econômica, consumo e produção nacional. As plantas são monoicas, ou seja, possuem flores masculinas e femininas. Os principais estados produtores estão localizados no eixo centro-sul do Brasil (FILGUEIRA, 2008; COUTO et al., 2009).

Seus frutos possuem coloração verde clara com estrias verde escuras e devem ser colhidos ainda imaturos, por possuir maior aceitação por parte do consumidor. A abóbora italiana produz melhor sob temperaturas amenas, é uma cultura que prospera no outono e na primavera e também durante os invernos amenos das localidades quentes. Tem ciclo de 50 a 80 dias, podendo ser cultivada a céu aberto ou ambiente

protegido. A abobrinha tem apresentado uma valorização crescente e importante para a diversificação da propriedade familiar e como alimento que contribui para a nutrição e saúde da população (FILGUEIRA, 2008; RAMOS et al., 2010).

A época recomenda para o cultivo da abobrinha são entre os meses pertencentes as estações de outono, inverno e primavera devido à ocorrência de temperatura do ar amenas (FILGUEIRA, 2008). No verão ocorre temperatura do ar mais elevadas que pode desfavorecer a polinização e desenvolvimentos dos frutos (FILGUEIRA, 2008).

A baixa capacidade de competição desta cultura com as plantas daninhas, por causa da reduzida área foliar, requer por parte do agricultor o controle das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. Logo, o uso de alguma cobertura do solo pode reduzir os gastos com controle de plantas daninhas e economizar água, simultaneamente.

De um modo geral, a cultura da abobrinha pode ser explorada sob os sistemas de irrigação por gotejamento, microaspersão, aspersão e por sulcos, sendo que os sistemas de irrigação mais comuns são por gotejamento e por sulcos. No entanto, informações sobre coeficientes utilizados em seu manejo da irrigação, utilizando coberturas de solo ainda, são incipientes gerando uma demanda de pesquisas.

As flores da abobrinha italiana são polinizadas por insetos, geralmente, por abelhas do gênero *Apis* (MINUSSI; ALVES, 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da Área Experimental

O experimento foi realizado em campo aberto na Horta de Pesquisa pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa-MG, latitude 20°45'14'' S, longitude 42°52'55'' W e altitude de 648 m. Foram realizados dois ciclos de cultivo nos anos 2017 (inverno/primavera) e 2018 (verão/outono).

4.2. Delineamento Estatístico e Tratamentos

Os experimentos foram conduzidos de forma idêntica em esquema fatorial 4 x 2 (4 tipos de cobertura de solo x 2 perfis de molhamento) no delineamento em blocos casualizados com seis repetições. Em cada bloco os oito combinações dos fatores estudados (tratamentos) foram distribuídos aleatoriamente através de um sorteio. Cada unidade experimental foi formada por três fileiras contendo seis plantas cada uma (Figura 1). Adotou-se como área útil somente a fileira central para evitar interferência dos tratamentos adjacentes.

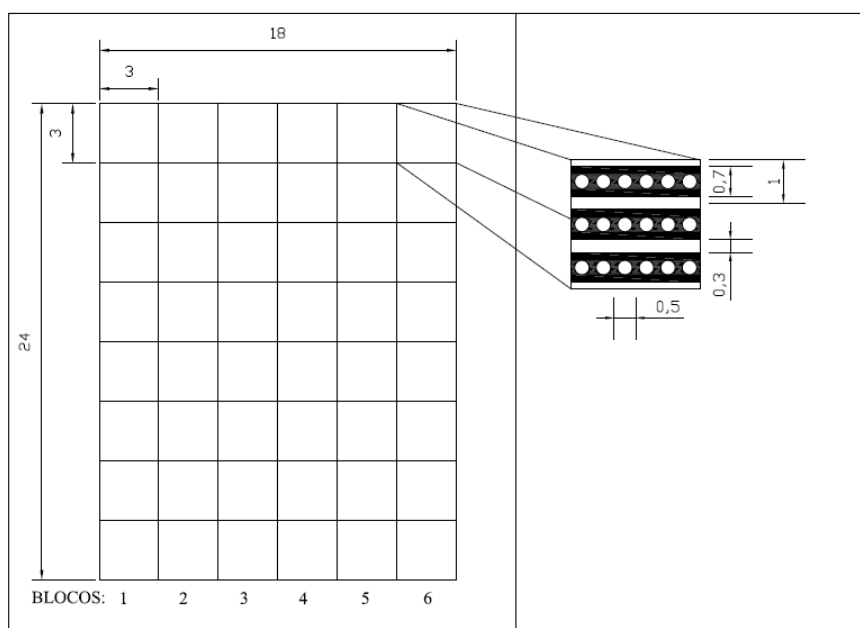


Figura 1. Croqui informando as disposições dos blocos e das fileiras de plantas dentro da unidade experimental que recebeu o tratamento com cobertura do solo.

A cultura adotada foi a abobrinha italiana ou de moita (*Cucurbita pepo* L.) cultivar PX7051. Segundo a Seminis[®], esta possui resistência à *Papaya ringspot virus* (PRSV), *Watermelon mosaic virus* (WMV) e *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV), sendo que a resistência à PRSV é intermediária.

A semeadura foi realizada diretamente no campo e as falhas foram replantadas com mudas feitas em bandejas com 162 células com volume de 50 cm³. A semeadura nas bandejas ocorreu no mesmo dia da semeadura no campo. O espaçamento adotado foi de 1,0 por 0,5 m resultando em uma população de 20.000 plantas por ha.

As datas da semeadura foram 18/08/2017 e 19/02/2018 no primeiro e segundo ciclo de cultivo, respectivamente. As últimas colheitas de abobrinha italiana ocorreram em 31/10/2017 e 16/04/2018 resultando em durações de ciclo de 75 e 57 dias para os cultivos de 2017 e 2018, respectivamente. A fase vegetativa durou 49 e 36 dias e o período de colheita duraram 26 e 21 dias respectivamente para os ciclos de cultivo de 2017 e 2018.

4.2.1. Tratamentos com Coberturas do Solo

Para o fator cobertura do solo, os tratamentos utilizados foram filme plástico de polietileno de coloração preta (PP) e de coloração branca (PB), papel reciclado (PR) e um tratamento sem cobertura de solo (SC). Os filmes plásticos apresentavam, igualmente em ambas as cores, espessura de 22 µm e gramatura de 15 g m⁻² segundo o fabricante ElectroPlastic[®]. O papel reciclado (PR) apresentava espessura de 187 µm e gramatura de 131 g m⁻² de acordo com a caracterização realizada por FREITAS (2017).

O tratamento utilizando a cobertura do solo de papel reciclado (PR) foi escolhido pelo grande potencial que o mesmo apresentou no estudo realizado por FREITAS (2017). As coberturas do solo tanto de papel reciclado como de filme plástico cobriram, aproximadamente, 70% da superfície do solo. Desse modo, a cobertura do solo cobriu uma faixa de 0,7 m de 1,0 m entre as fileiras de plantas (Figura 1). Logo, restou apenas uma faixa de 0,3 m de largura para transitar dentro do experimento (Figura 1). Nestas coberturas foram feitos orifícios de 7 cm de diâmetro para emergência e crescimento do caule da planta (Figura 1).

4.2.2. Tratamentos com Perfis de Molhamento

Os perfis de molhamento foram impostos pelo sistema de irrigação equipado com fitas gotejadoras da linha Tiquira do fabricante Petroisa® que proporcionaram áreas molhadas de 50 (PM1) e 70% (PM2). Para isto, as fitas gotejadoras operaram com intensidade de aplicação de 4,57 e 21,22 mm h⁻¹ e coeficientes de uniformidade de distribuição (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006) de 85,95 e 91,42%, respectivamente, para o experimento de 2017.

No ciclo de cultivo de 2018, as fitas gotejadoras operaram com intensidade de aplicação de 4,81 e 21,78 mm h⁻¹ e coeficientes de uniformidade de distribuição de 81,71 e 89,09%, respectivamente. Houve somente uma avaliação para os ciclos de 2017 e 2018 e ocorreu após a semeadura, durante a irrigação para elevar a umidade do solo atual para a umidade correspondente a capacidade de campo. Vale ressaltar ainda que as fitas utilizadas no ciclo de 2017 foram completamente substituídas no ciclo de 2018.

A pressão de operação do sistema de irrigação foi regulada por duas válvulas reguladoras de pressão que permitiam uma pressão constante de 10,00 mca. Estas válvulas ficaram instaladas entre após o filtro. Em ambos os ciclos, o teste de uniformidade de distribuição e da vazão foi realizado quando somente um tratamento estava sendo irrigado. Deste modo, somente foi irrigado um tratamento por vez.

4.3. Manejo da Adubação

As correções químicas do solo foram realizadas com base na interpretação da análise química do solo. A amostra de solo analisada foi uma mescla de várias amostras retiradas na profundidade de 0 a 20 cm no local onde seriam instalados os tratamentos. Em cada ciclo foi feito este procedimento e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises química do solo dos ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana.

Propriedades químicas do solo										
Ano	Profundidade	pH (H ₂ O)	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	T	
	cm	-	mg dm ⁻³		-----cmolc dm-3-----					
2017	0-20	5,8	88	152	4,20	0,9	0,00	3,47	9,0	
2018	0-20	6,2	118	242	5,72	1,0	0,00	2,00	9,3	
Ano	Profundidade	V	M.O.	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
	cm	%	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----					
2017	0-20	61	3,22	30,8	9,5	58,4	69,7	4,3	0,2	35,7
2018	0-20	79	2,71	32,6	10,8	47,4	52,0	5,3	0,8	16,8

P, K, Fe, Zn, Mn e Cu disponíveis extraídos com Mehlich I; Ca⁺², Mg⁺² e Al⁺³ trocáveis extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; Acidez potencial (T) a pH 7,0 extraída com acetato de cálcio 1 mol L⁻¹; B extraído com água quente; S extraído com fosfato monocálcico em ácido acético (SANTOS et al., 2013).

Os dois experimentos foram realizados em áreas muito próximas de forma que as análises para as propriedades físico-hídricas foram realizadas uma única vez no ano de 2017. Considerou-se que não havia diferenças significativas para essas propriedades pois a distância horizontal entre os dois locais escolhidos para os cultivos de 2017 e 2018 era menor que 40 m.

Dessa forma as umidades correspondentes à capacidade de campo e ponto de murcha permanente foram 0,4539 e 0,3091 m³ m⁻³, respectivamente em ambos os ciclos. As proporções de areia, silte e argila foram de 0,39; 0,20 e 0,41 dag kg⁻¹, respectivamente em ambos os ciclos. Portanto, o solo foi classificado com argiloso (SANTOS et al., 2013).

Já a densidade do solo foi mensurada em cada ciclo pois o preparo de solo pode influenciar esta característica. Logo, os valores de densidade do solo foram 1,23 e 1,09 g cm⁻³, respectivamente nos ciclos de 2017 e 2018. O preparo do solo foi feito com uma única aração à 40 cm de profundidade, seguida por uma única gradagem à 20 cm de profundidade e, por fim, o solo foi destorroado uma única vez com auxílio da enxada rotativa, respectivamente em ambos os ciclos.

As quantidades de cada nutriente aplicado nos ciclos de 2017 e 2018 conforme as recomendações de TRANI; PASSOS; ARAÚJO (2014) foram 90 e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 100 e 80 kg ha⁻¹ de fósforo, 100 e 80 kg ha⁻¹ de potássio, 10 e 10 kg ha⁻¹ de enxofre, 70 e 70 kg ha⁻¹ de magnésio, 20 e 40 kg ha⁻¹ de cálcio, respectivamente. Estas doses foram fornecidas mediante a combinação dos fertilizantes nitrato de cálcio, nitrato de potássio, mono amônio fosfato (MAP), sulfato de amônio, sulfato de magnésio e cloreto de potássio.

4.4. Manejo da Irrigação

No início dos cultivos em ambos os ciclos, 2017 e 2018, foi aplicado uma lâmina de irrigação para elevar a umidade do solo atual a umidade correspondente à capacidade de campo ($0,4539 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$). A partir deste momento até o fim dos cultivos somente foi aplicado a quantidade de água demandada pelo tratamento. A determinação desta demanda hídrica foi baseada no valor atual de umidade do solo.

A umidade do solo foi medida diariamente. Para isto foi utilizado um método padrão ou gravimétrico (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006), que consistiu em retirar amostras de solo com um trado e posteriormente secar em estufa à $100 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas. Por diferença de massa foi obtida a umidade atual do solo.

Também foi utilizado o sensor de umidade do solo modelo HFM 1010 com o *datalogger* modelo HFM 2030 do fabricante FALKER®. Segundo as características técnicas deste sensor, o fabricante informa precisão de $\pm 3\%$, resolução de $0,1\%$, escala de $0,0$ a $60,0\%$, espessura da camada de medição de 20 cm e faixa de temperatura de operação de 0 a $50 \text{ }^\circ\text{C}$. O fabricante também informa que a tecnologia utilizada para medição pelo sensor é denominada de impedância do solo em alta frequência (ISAF). Contudo, para obter melhor exatidão, foi realizado a calibração deste sensor para as condições de solo utilizado.

Para a calibração foram utilizados oito vasos preenchidos com solo com altura, diâmetro interno inferior, diâmetro interno superior e volume de 27 cm ; 22 cm , 29 cm e $13,0 \text{ dm}^3$, respectivamente. A densidade do solo nos vasos foi em média $1,17 \text{ g cm}^{-3}$ com desvio padrão de $0,06 \text{ g cm}^{-3}$. Em cada vaso foi instalado um sensor HFM 1000 e diariamente foi mensurado a leitura do sensor e a massa do vaso. Posteriormente a massa do vaso foi convertida em umidade do solo em base seca pelo método gravimétrico (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

Os valores de umidade do solo pelo método gravimétrico e pelo método FALKER (sensor de umidade do solo) foram plotados e com isto se obteve uma regressão linear de 1ª ordem (Figura 2). Vale ressaltar que a umidade do solo mensurado pelo sensor HFM 1000 é, segundo o fabricante, umidade volumétrica ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$). Deste modo, a umidade do solo pelo método gravimétrico foi convertido em umidade volumétrica através da densidade do solo determinada para cada vaso.

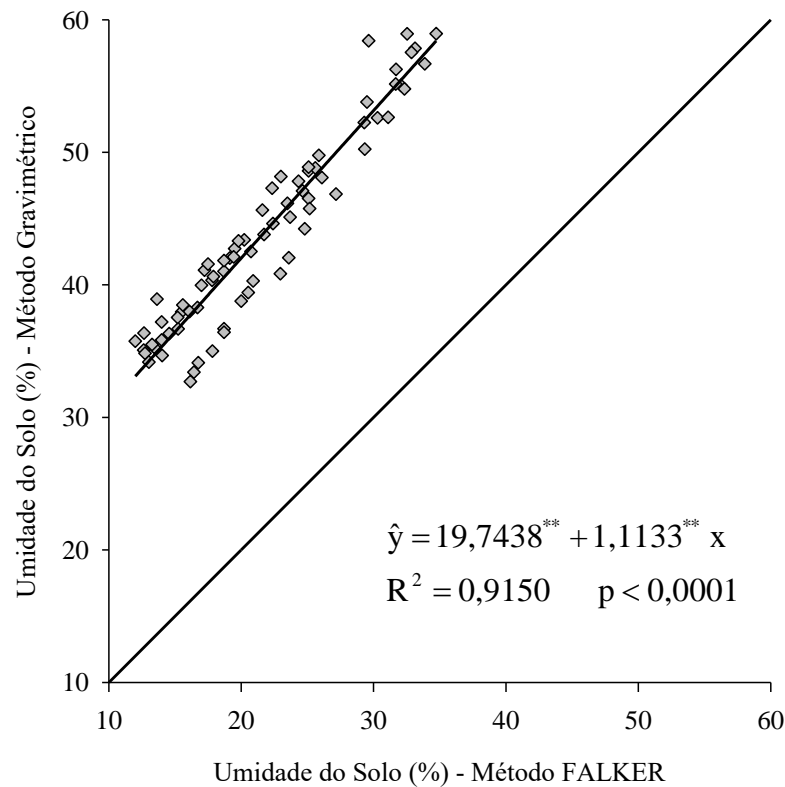


Figura 2. Relação entre a umidade volumétrica do solo em base seca determinada pelo método gravimétrico e pelo método FALKER. “***” coeficiente significativo a 1% pelo teste t de Student.

A informação de umidade do solo obtida pelo método gravimétrico ou FALKER foi coletada em um dos dois blocos centrais. A lâmina líquida de irrigação por meio da Equação 2.

$$LL = 10(CC - U_a)Z P_{am} \tag{2}$$

Em que:

LL - lâmina líquida; mm;

CC - umidade do solo correspondente à capacidade de campo, %;

U_a - umidade atual do solo, %;

Z - profundidade do sistema radicular amostrada, 0,2 m; e

P_{am} - porcentagem de área molhada, decimal;

O valor de LL foi corrigido pelo coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) do sistema de irrigação (Equação 3) para lâmina bruta (LB), conforme BERNARDO; SOARES; MANTOVANI (2006). O CUD foi determinado pela avaliação da uniformidade das vazões dos emissores em cada fita gotejadora seguindo a metodologia proposta por KELLER; KARMELI (1975). Vale ressaltar que a área

adequadamente irrigado foi considerada de 85% (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

$$LB = \frac{LL}{CUD} \quad (3)$$

Em que:

LB - lâmina bruta, mm;

LL - lâmina líquida; mm; e

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, decimal;

As irrigações ocorreram quando o valor de U_a se aproximou do valor de umidade de segurança (U_S), evitando a condição de U_a diminuir ao ponto de se tornar menor que U_S . O valor de U_S adotado foi de $0,3815 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ou fator f de 0,5 (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006) no qual corresponde a umidade do solo em que está disponível 50% da água do solo. Logo, as datas das irrigações foram distintas em cada tratamento.

Em média, houve irrigações no ciclo de 2017 a cada cinco e três dias para os tratamentos com cobertura (PP, PB e PR) e sem cobertura do solo (SC), respectivamente. E para o ciclo de 2018 a cada nove e seis dias para os tratamentos com cobertura (PP, PB e PR) e sem cobertura do solo (SC), respectivamente. A frequência das irrigações foi menor no ciclo de 2018 devido à maior frequência das precipitações.

O tempo de irrigação foi calculado pela Equação 4.

$$T_i = \frac{LB}{I_a} \quad (4)$$

Em que:

T_i - tempo de irrigação, h;

LB - lâmina bruta, mm; e

I_a - intensidade de aplicação; mm h^{-1} ;

4.5. Clima

As variáveis meteorológicas medidas foram temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (%), radiação solar (W m^{-2}) e velocidade do vento (m s^{-1}). Com estas variáveis foi calculado a evapotranspiração de referência (ET_0). Estas variáveis foram

obtidas por meio de uma estação agrometeorológica modelo E5000 do fabricante IRRIPLUS.

A temperatura do ar média durante os ciclos de cultivo de 2017 e 2018 foi de 20,9 e 24,5 °C, respectivamente (Figuras 3A e 3B). Nota-se que a temperatura do ar média do período de cultivo no ano de 2017 foi menor que no período de cultivo no ano de 2018. Entretanto, a amplitude média da temperatura do ar foi maior no período de cultivo no ano de 2017 (16,5 °C) que no período de cultivo no ano de 2018 (11,3 °C). Verificam-se que as médias da temperatura máxima e mínima foram de 29,1 e 12,6 °C (ciclo de cultivo de 2017) e 30,2 e 18,9 °C (ciclo de cultivo de 2018). Outra observação importante foi que ao longo do ciclo ocorreram um ligeiro aumento e decréscimo da temperatura média nos ciclos de cultivo de 2017 e 2018, respectivamente (Figuras 3A e 3B).

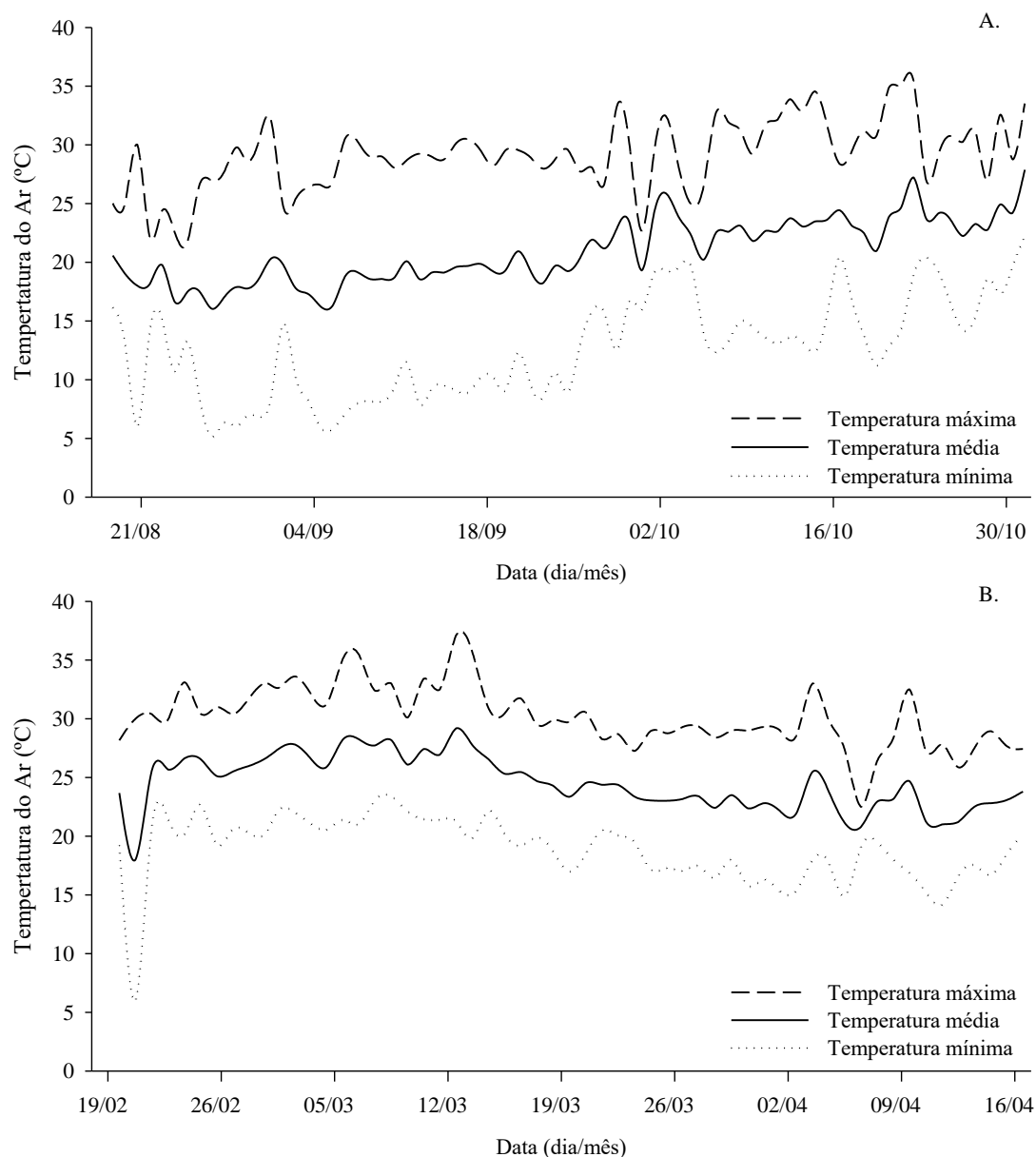


Figura 3. Temperaturas máxima, média e mínima do ar para o período de cultivo da abobrinha italiana dos ciclos 2017 (A) e 2018 (B) no município de Viçosa-MG.

As precipitações pluviométricas acumuladas para os ciclos de cultivo de 2017 e 2018 foram de 63,3 e 335,2 mm (Figuras 4A e 4B). Nota-se que durante o período experimental de 2018 a precipitação foi 5 vezes maior que no período experimental de 2017. Percebe-se ainda que a distribuição foi mais homogênea durante o período experimental de 2018 (Figura 4B).

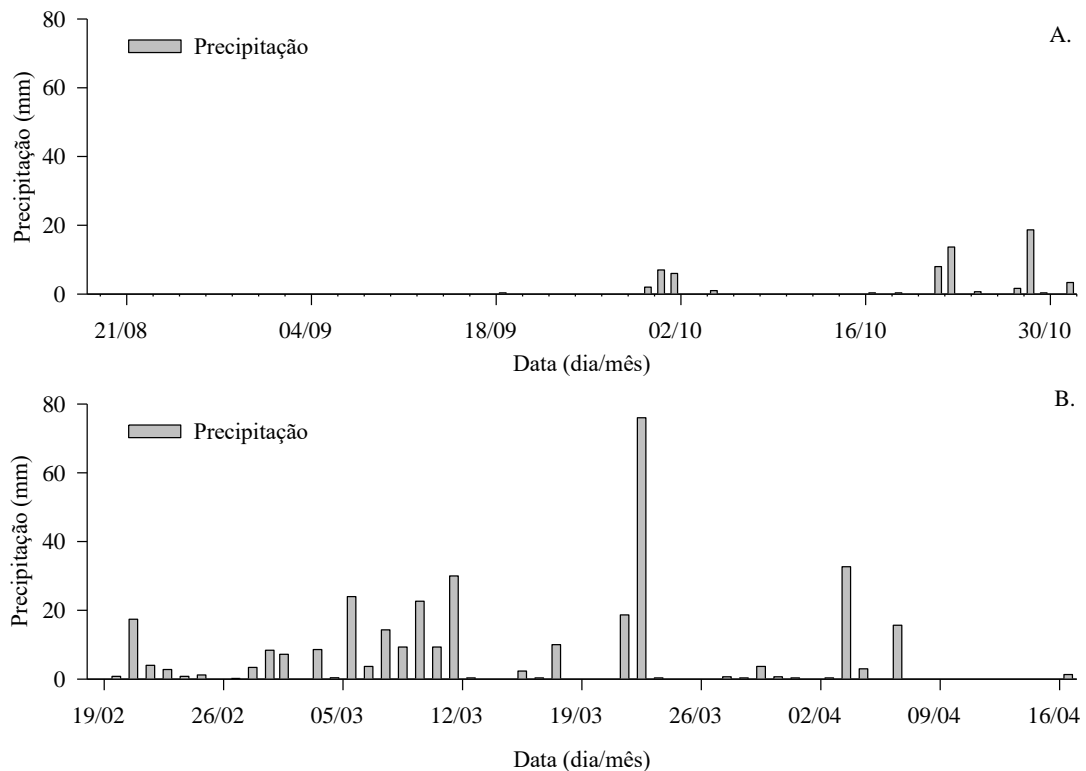


Figura 4. Precipitação pluviométrica para o período de cultivo da abobrinha italiana dos ciclos 2017 (A) e 2018 (B) no município de Viçosa-MG.

A alta precipitação aliada à altas temperatura do ar favoreceu ao ataque de doenças foliares, principalmente o míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) durante o ciclo de 2018. Isso resultou danos maiores às plantas quando comparado ao ciclo de 2017. A severidade desta doença é maior em condições de alta umidade relativa. A umidade relativa do ar média (%) foi de 76,1% e 88,1% durante os ciclos de cultivo de 2017 e 2018, respectivamente (Figuras 5A e 5B).

Para o controle do míldio foi aplicado semanalmente, desde o aparecimento dos sintomas, fungicida contendo Azoxistrobina e Difenconazol (AmistarTop®) na dose de 400 mL ha⁻¹ do produto comercial e volume de calda de 600 L ha⁻¹.

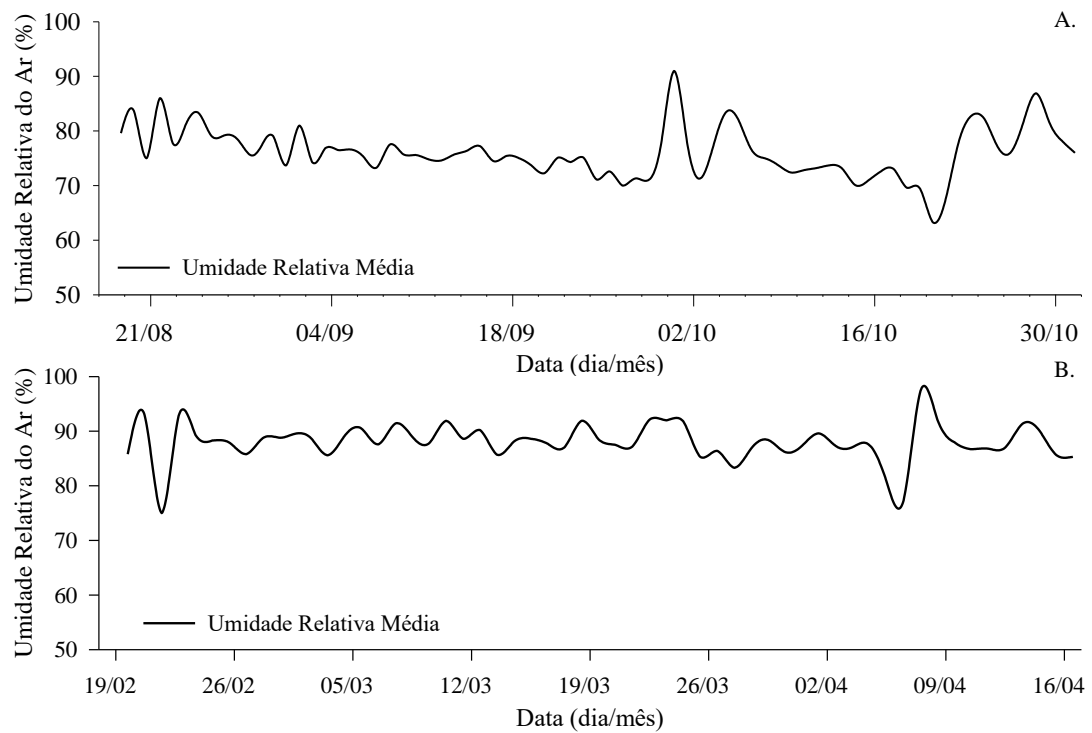


Figura 5. Umidade relativa do ar para o período de cultivo da abobrinha italiana dos ciclos 2017 (A) e 2018 (B) no município de Viçosa-MG.

A radiação solar média diária foi de 239,4 e 205,3 $W\ m^{-2}$ durante os ciclos de cultivo de 2017 e 2018, respectivamente (Figuras 6A e 6B). Nota-se que a radiação solar foi menor no ciclo de 2018. Isto ocorreu devido à presença de nuvens pois este período corresponde à época chuvosa da região (Figura 4B).

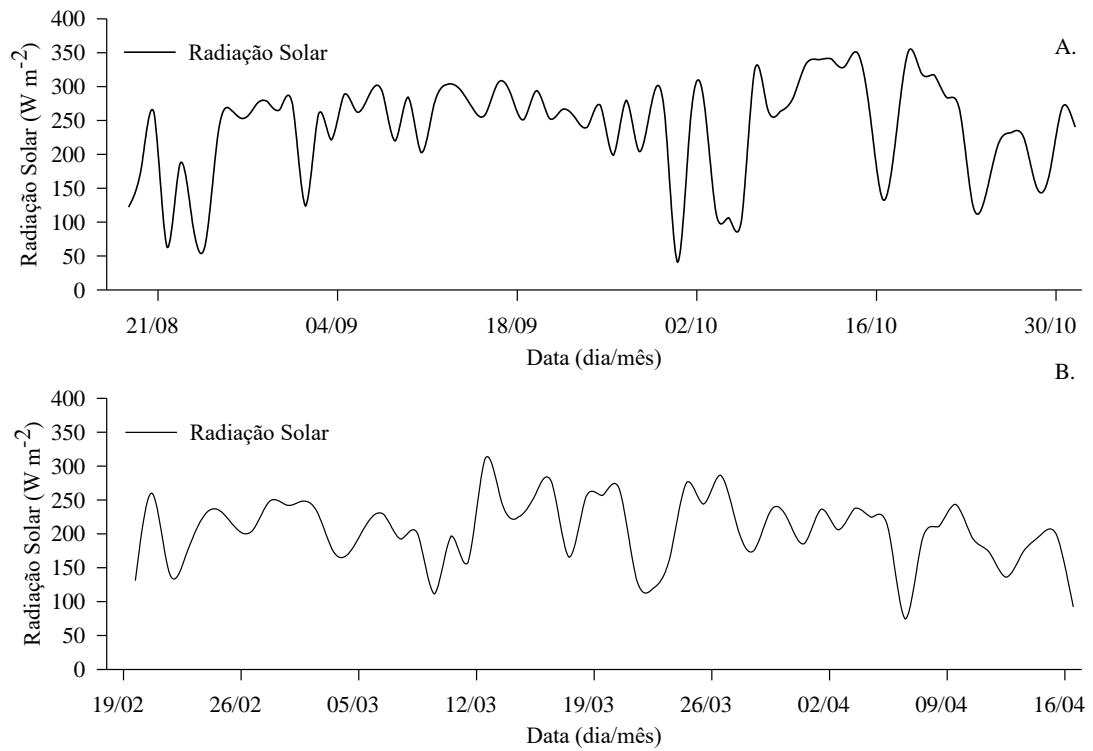


Figura 6. Radiação solar para o período de cultivo da abobrinha italiana dos ciclos 2017 (A) e 2018 (B) no município de Viçosa-MG.

A velocidade do vento média foi de 0,57 e 0,37 m s⁻¹ durante os ciclos de cultivo de 2017 e 2018, respectivamente (Figuras 7A e 7B). Percebe-se que durante o ciclo de 2017 houve ventos com velocidades maiores em comparação com o ciclo de 2018.

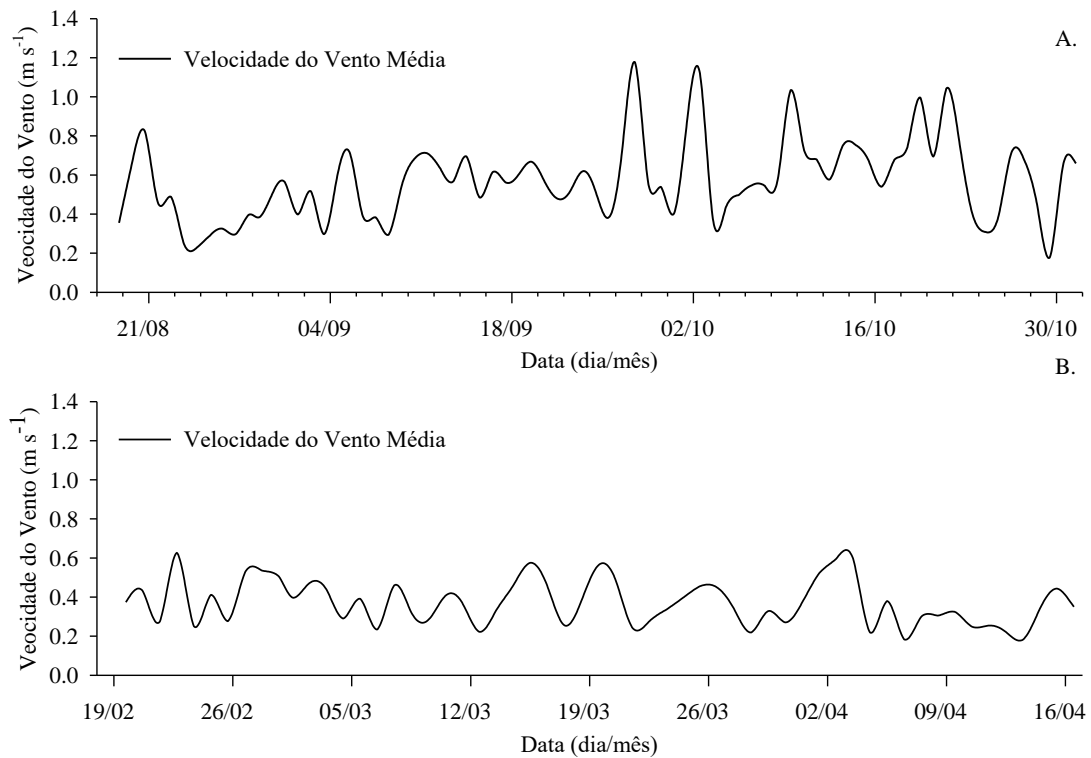


Figura 7. Velocidade do vento para o período de cultivo da abobrinha italiana dos ciclos 2017 (A) e 2018 (B) no município de Viçosa-MG.

Os valores médios de ET_0 foram de 3,70 e 3,51 mm d⁻¹ para os ciclos de 2017 e 2018, respectivamente (Figuras 8A e 8B). As evapotranspirações de referência (ET_0) acumuladas para os ciclos de cultivo de 2017 e 2018 foram de 277,3 e 200,2 mm, respectivamente. Um dos motivos do valor acumulado de ET_0 ter sido menor no ciclo de 2018 foi que o ciclo apresentou 18 dias a menos em comparação ao ciclo de 2017.

Isto foi devido ao encurtamento dos estádios de crescimento devido à temperatura do ar mais elevada nesse período e a severidade do ataque de míldio que diminuiu o vigor das plantas devido às precipitações. O período entre o semeio e o início do de colheita foi de 49 e 36 dias ou 541 e 566 graus dias (GD) para os ciclos de 2017 e 2018, respectivamente. Considerou-se as temperaturas basais inferior e superior de 8 e 25°C, respectivamente (ARAÚJO, 2002). A metodologia de cálculo de GD seguiu as recomendações de SCARPARE et al. (2013).

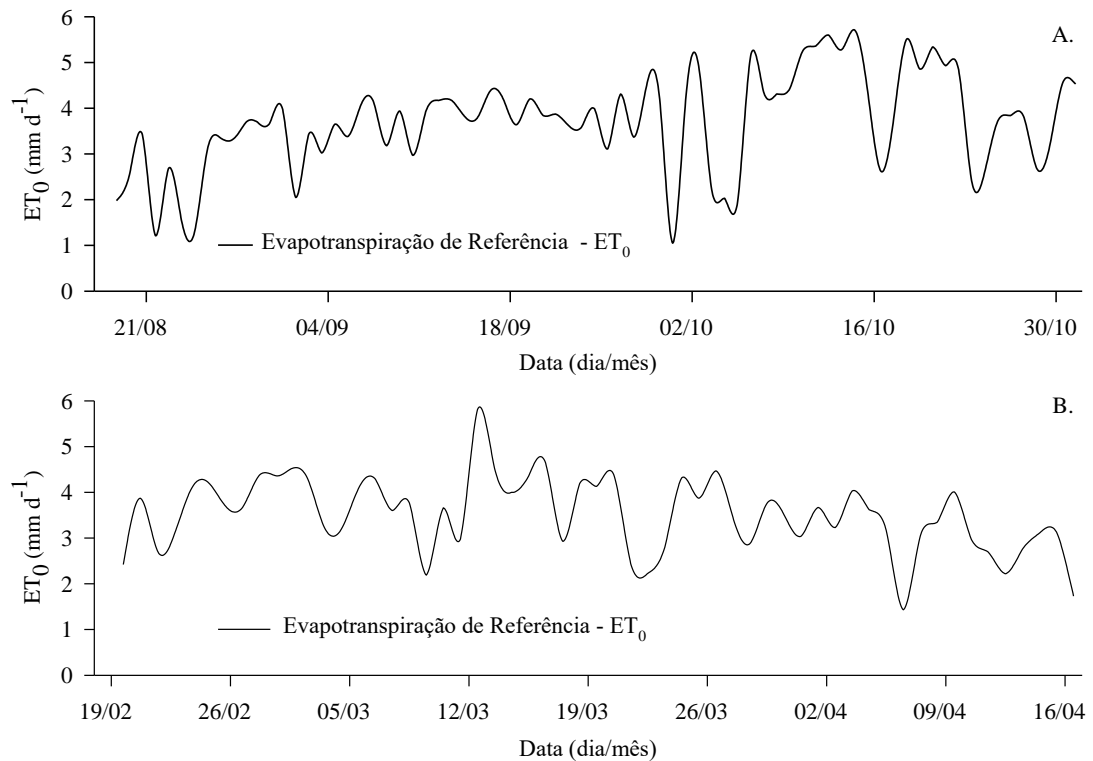


Figura 8. Evapotranspiração de referência (ET_0) para o período de cultivo da abobrinha italiana dos ciclos 2017 (A) e 2018 (B) no município de Viçosa-MG.

4.6. Características Avaliadas

Durante todo o ciclo da cultura foram coletadas informações de temperatura do solo ($^{\circ}\text{C}$), à profundidade de 5 cm, por meio do sensor digital DS18B20. As informações foram coletadas em somente um bloco e foi escolhido um dentre os dois blocos centrais. Este sensor possui precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, resolução de $0,25^{\circ}\text{C}$ e faixa de leitura entre -10°C e $+85^{\circ}\text{C}$. As leituras foram realizadas a cada trinta segundos mediante o uso do microcontrolador Arduino Uno e dos módulos RTC 3032 e SD Card.

Foi avaliado a massa seca da parte aérea de plantas daninhas (g m^{-2}), sendo que, as espécies foram identificadas e quantificadas separadamente. Para isto foi construída uma armação quadrada com área de $1,0 \text{ m}^2$ para auxiliar na coleta. A massa seca foi obtida pela secagem das plantas em estufas à 70°C por 72 horas. Nos tratamentos com cobertura do solo foram coletadas as plantas daninhas que emergiram pelo orifício e as eventuais que furaram o polietileno ou o papel. As datas da capina (e coleta) das plantas daninhas foram 13/09/2017 e 28/09/2017 no primeiro ciclo, 12/03/2018 e

22/03/2018 no segundo ciclo. As datas de controle foram definidas com base na severidade da infestação das plantas daninhas.

Foram avaliados a fotossíntese líquida ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e a condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) por meio do equipamento portátil IRGA, modelo LI-6400, do fabricante LI-COR[®] da quarta folha (lóbulo central) mais nova de uma única planta por tratamento. Para isto, durante as avaliações utilizou-se uma concentração constante de CO_2 equivalente a 400 ppm e intensidade de luz de $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. A intensidade de luz foi determinada com base na curva de luz, na qual foi escolhida a intensidade de luz que forneceu maior fotossíntese líquida antes de ocorrer a saturação pela luz (Figura 9). As datas das avaliações foram 25/10/2017 e 02/04/2018 correspondendo a 69 e 43 dias após a semeadura.

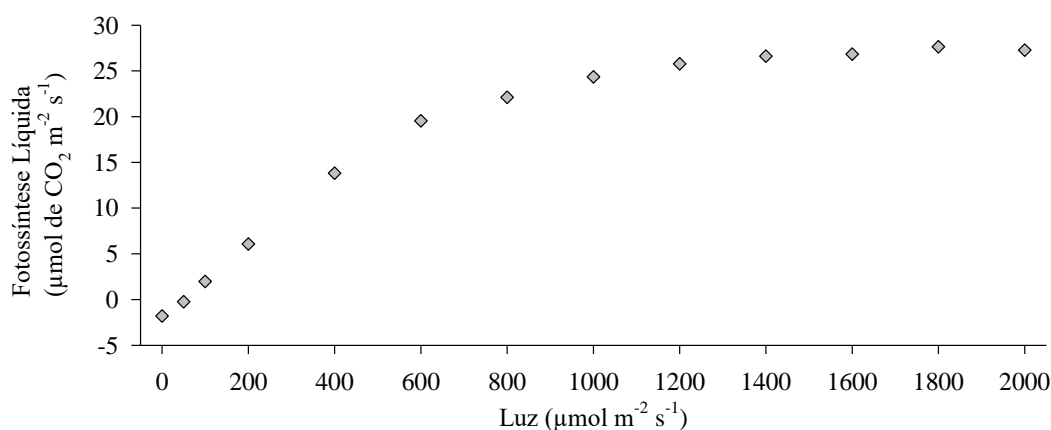


Figura 9. Fotossíntese líquida em função da intensidade de luz para a cultura da abobrinha italiana.

Foi avaliado a temperatura da folha ($^{\circ}\text{C}$) através do termômetro digital de infravermelho com mira a laser, modelo ST600, do fabricante INCOTERM[®]. Este dispositivo possui precisão de $\pm 2,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e resolução de $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Durante as leituras o dispositivo foi posicionado a uma distância de 15 cm das folhas. As datas das avaliações foram e 05/10/2017 e 20/03/2018 correspondente a 49 e 30 dias após a semeadura.

Em pleno estágio reprodutivo foi determinado a área foliar (m^2). Para isto, foram coletadas todas as folhas de uma planta sadia e representativa de cada tratamento e capturada suas fotografias. A metodologia seguida foi desenvolvida por MACHADO JUNIOR (2017). Para isto, foi construído um estúdio fotográfico com formato de um cubo com arestas de 1,0 m. O estúdio apresentava abertura completa na parte superior

e, nas laterais, aberturas de dimensão 0,9 x 0,7 m que foram cobertas com tecido (Failete) de cor branca, que atuou como difusor de luz.

Externamente ao estúdio, foram direcionados, perpendicular as laterais, refletores modelo Barcelona Acrilus com lâmpada de LED 12W. Os refletores ficaram fixados à 0,30 e 0,50 m de altura e distância, respectivamente, em relação ao estúdio. Isto permitiu a distribuição uniforme de luz em todas as direções e evitou a formação de sombras.

O equipamento utilizado para registrar as fotografias foi uma câmera digital marca Sony® Cyber- Shot DSR - WX350 de 14,1 mega pixels. A resolução da câmera foi padronizada, com ISO 100, F 3.5, dimensão 3664 x 3664 pixels, resolução 350 x 350 dpi, intensidade de 24 bits, flash desligado, representação de cores sRGB. As fotografias foram armazenadas no formato JPEG.

A câmera foi fixada a um metro de altura da superfície inferior do estúdio. A superfície inferior foi pintada na cor branca. A primeira fotografia capturava uma régua graduada na superfície inferior para analisar a relação entre pixel e centímetro. Neste caso, o fator de conversão foi de 37,79 pixel por centímetro.

Cada fotografia foi capturada com uma única folha posicionada no centro do campo de visão da câmera. Durante o posicionamento a nervura principal da folha ficou paralela as arestas direita e esquerda da superfície inferior do estúdio. A análise das fotografias foi realizada utilizando o R package “LeafArea” versão 0.1.7 (KATABUCHI, 2017). O número de pixels removidos das bordas da fotografia na análise foi definido como 500. O limite inferior para a circularidade para a análise da fotografia foi definido como 5. As demais informações foram utilizadas como *default*.

Depois deste procedimento foi determinado a área média das folhas (cm^2), índice de área foliar ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$) e área foliar específica ($\text{m}^2 \text{g}^{-1}$). A planta sem as folhas foi utilizada para avaliar o comprimento do caule (cm) com auxílio de uma régua graduada com resolução de 0,1 cm e a massa seca de caule e pecíolos (g) com auxílio de uma balança com resolução de 0,01 g. Posteriormente foi determinado a massa seca da parte aérea de plantas (massas seca de folhas + caule + pecíolos) (g). Foi mensurado ainda o número de brotações que surgiram na base das plantas.

Na ocasião da colheita foram avaliados massa média de frutos (g) com auxílio de uma balança com resolução de 0,01 g, diâmetros basal e apical de frutos (mm) com auxílio de um paquímetro com resolução de 0,01 mm, densidade de frutos (g cm^{-3}) por meio do volume de água descolado ao mergulhar o fruto em uma proveta de 2000 mL

e resolução de 20 mL, produção de frutos comerciais por planta (kg por planta) com auxílio de uma balança com resolução de 0,01 g, número de frutos comerciais por planta (frutos), produção de frutos não comerciais por planta (kg por planta) com auxílio de uma balança com resolução de 0,01 g e número de frutos não comerciais por planta (frutos). Os frutos não comerciais foram aqueles com sintoma de virosa, mal formação devido à polinização deficiente, tortos, brocados e quando apresentava podridão apical.

Ao fim de cada ciclo foram avaliados a lâmina líquida (mm) e precipitação efetiva (mm). Ou seja, a água fornecida pela irrigação e pelas precipitações, respectivamente. E por fim, avaliaram-se produtividade de água (kg m^{-3}) pela relação entre produtividade de frutos comerciais e não comerciais (kg ha^{-1}) e a lâmina líquida de água aplicada ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

4.7. Análise Estatística

Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância a 0,05 de probabilidade e posteriormente as médias foram submetidas teste de Tukey a 0,05 de probabilidade com auxílio do pacote estatístico R “ExpDes.pt” versão 1.1.2 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Lâmina de Irrigação Líquida e Precipitação Efetiva

Na Tabela 2 estão disponíveis os valores de lâmina líquida (LL) e precipitação efetiva (PE) para cada tratamento e ciclo de cultivo. Pode-se notar que a PE foi maior no ciclo de 2018, inclusive nos tratamentos com cobertura do solo. Isto se deve a alta quantidade de precipitações (Figura 4). Observa-se ainda que o tratamento sem cobertura do solo apresentou maior PE. Neste tratamentos, não havia um impedimento físico (as coberturas) para dificultar a água infiltrar no solo.

Tabela 2. Valores de lâmina líquida (LL) e precipitação efetiva (PE) aplicados para os tratamentos filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC), porcentagem de área molhada de 50% (PM50) e 70% (PM70) nos ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Ciclo	PB		PP		PR		SC	
	LL	PE	LL	PE	LL	PE	LL	PE
PM 50								
2017	165	3	152	4	156	6	181	36
2018	40	45	47	45	45	45	38	87
PM 70								
2017	177	5	168	3	162	5	213	47
2018	28	62	44	57	50	57	53	111

PM50: perfil de molhamento 50%, PM70: perfil de molhamento 70%, PB: filme de polietileno de coloração branca, PP: filme de polietileno de coloração preta, PR: papel reciclado, e SC: sem cobertura do solo.

Vale ressaltar ainda que a o tratamento PM70% apresentou maior PE devido à maior porcentagem de área de solo molhada considerada (70%). No cultivo sem cobertura do solo (SC) a adoção do tratamento PM70 resultou em aumento em média de 48 mm por ciclo em relação ao tratamento PM50. Esta mesma observação para o cultivo com cobertura do solo (PB, PP, PR) resultou em aumento em média de 8 mm por ciclo. Provavelmente, a maior demanda de água no tratamento da combinação SC e PM70 se deve a maior área exposta para ocorrer o processo de evaporação de água do solo.

A economia de água proporcionada pelas coberturas do solo (PB, PP e PR) foram em média 30 e 33% nos ciclos de 2017 e 2018, respectivamente. Já a cobertura de papel reciclado (PR) proporcionou uma demanda em média de 2,5% maior em relação aos filmes de polietileno (PB e PP).

5.2. Plantas Daninhas

5.2.1. Massa Seca de Plantas Daninhas

Houve efeito isolado do fator cobertura do solo sobre a variável massa seca de plantas daninhas (MSPD) em ambos os ciclos de cultivo (2017 e 2018) da abobrinha italiana (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para a variável massa seca de plantas daninhas (g m^{-2}) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios ¹	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	0,134 ^{ns}	0,343 ^{ns}
CS	3	17,494 ^{**}	25,263 ^{**}
PM	1	0,136 ^{ns}	0,016 ^{ns}
CS x PM	3	0,419 ^{ns}	0,087 ^{ns}
Resíduo	35	0,232	0,518
Total	47		
Média		7,287	11,393
CV (%)		34,774	52,784

¹ Dados transformados por $\ln(x+1)$. ** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As médias da variável MSPD dos tratamentos com cobertura do solo equipararam entre si estatisticamente em ambos os ciclos de cultivo de 2017 e 2018 (Tabela 4). Independentemente do tipo de cobertura do solo (papel ou filme plástico), houve uma excelente supressão das plantas daninhas, corroborando com os resultados de WORTMAN; KADOMA; CRANDALL (2016).

Tabela 4. Teste de médias para massa seca de plantas daninhas (g m^{-2}) em função das coberturas do solo filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018

Ciclos	PB	PP	PR	SC
2017	1,50 b	0,89 b	2,28 b	24,47 a
2018	0,75 b	1,79 b	1,81 b	41,22 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

COOLONG (2010), ao comparar distintas coberturas do solo, observou que o papel Kraft permitiu maior crescimento de plantas daninhas em quantidade dez vezes maior quando comparado ao tratamento com polietileno de coloração preta. O tipo de papel utilizado no presente trabalho (papel reciclado) possui maior resistência que o papel Kraft (FREITAS, 2017). Portanto, de modo geral, não foi observado o fato relatado por COOLONG (2010).

Ainda sobre o papel Kraft, HAAPALA et al. (2015) observaram que quando o mesmo era revestido com um película biodegradável sua durabilidade era maior. Já quando não havia a película o papel se decompunha e isso permitiu o crescimento das plantas daninhas. HAAPALA et al. (2015) observaram ainda que, primeiramente, o papel se destacava do solo pela decomposição e as plantas daninhas levantavam-no. Do mesmo modo ocorreu no presente trabalho em uma unidade experimental (Figura 10). No entanto, apesar da alta quantidade de plantas daninhas, em geral, não foi suficiente para prejudicar a eficiência do papel reciclado em relação ao filme de polietileno para supressão das plantas daninhas (Tabela 4).



Figura 10. Baixa resistência do papel reciclado associado a grande infestação de plantas daninhas.

AZAD; HASSANDOKHT; PARVIZI (2015) cultivando batata (*Solanum tuberosum* L.) com coberturas do solo de polietileno de distintas cores observaram que a MSPD foi maior no tratamento sem cobertura do solo, seguido pela cobertura transparente e finalmente a cobertura de cor preta. Como o polietileno transparente possui alta transmitância a luz, as plantas daninhas foram estimuladas ao crescimento, evidenciando um ponto negativo deste tipo de material.

Nota-se ainda no presente trabalho que, os valores de MSPD dos tratamentos com cobertura foi em média 15 e 28 vezes menores em relação ao tratamento sem cobertura para os ciclos de 2017 e 2018, respectivamente. Essa mesma observação foi

encontrado por WORTMAN; KADOMA; CRANDALL (2016), no qual observaram redução de 17 vezes o número de plantas daninhas emergidas. O maior valor de MSPD verificado no ciclo de 2018, provavelmente, está relacionado com os maiores índices de temperatura do ar e de precipitação (Figuras 2 e 3).

Vale ressaltar que a disponibilidade de água e bem como condições ideais de temperatura, tanto do solo como do ar, são fatores cruciais para o desenvolvimentos das plantas. Nestas condições favoráveis, o controle das plantas daninhas deve ser adequado para reduzir os custos de produção bem como almejar elevadas produtividades (WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016).

Um fator fundamental para a escolha do tipo de cobertura, fundamentalmente naquelas biodegradáveis, é o tempo de decomposição. Em um estudo realizado, WORTMAN; KADOMA; CRANDALL (2016) verificaram que os plásticos biodegradáveis apresentaram maior tempo de decomposição em relação aos *biofabrics*. Entretanto, é necessário que o tempo de decomposição da cobertura do solo seja maior que o tempo do ciclo da cultura para que a supressão das plantas daninhas ocorra durante todo o ciclo.

5.2.2. Distribuição das Espécies de Plantas Daninhas

Nos ciclos de 2017 e 2018 as espécies es de plantas daninhas mais predominantes foram *Oxalis latifolia* Kunth (trevo azedo), *Cyperus rotundus* L. (tiririca), *Emilia sonchifolia* Nicolson (falsa serralha), *Amaranthus viridis* L. (caruru) e *Sorghum halepense* L. (sorgo selvagem) Pers (LORENZI, 2014). Estas espécies apareceram em ambos os ciclos de cultivo colaborando com valor superior a 90% da matéria seca total.

Vale ressaltar ainda que as espécies mais presentes nos tratamentos com cobertura de solo foram *Oxalis latifolia* Kunth (treco azedo) e *Cyperus rotundus* L. (tiririca). Provavelmente, devido à estrutura de reserva destas espécies houve energia suficiente para crescimento das plantas até o orifício da cobertura do solo em busca de luz (LORENZI, 2014). Já no tratamento sem cobertura do solo, a espécie *Amaranthus viridis* L. (caruru) juntamente com a *Cyperus rotundus* L. (tiririca) foram dominantes.

5.3. Temperatura do Solo

No tratamento sem cobertura do solo foram observados o menor valor absoluto, a maior amplitude e o maior valor absoluto para temperatura do solo em ambos os ciclos de cultivo (Figura 12 e Tabela 5). Isto se deve ao fato de que sem a cobertura do solo há uma maior conversão da energia da radiação solar em calor latente já que não há limitação da evaporação de água do solo. Logo, há uma baixa conversão da energia da radiação solar em calor sensível que provoca aquecimento do ar e, por consequência, aquecimento das folhas (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013).

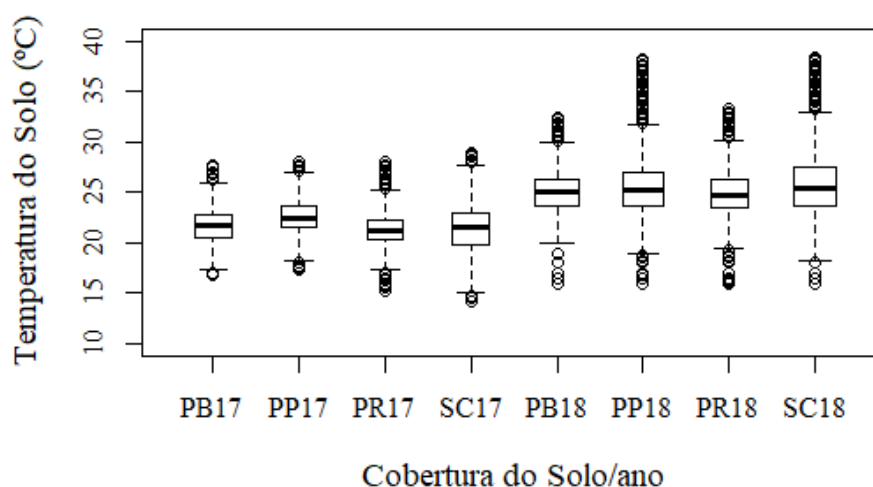


Figura 11. Temperatura do solo em função da cobertura do solo filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana.

Tabela 5. Temperatura do solo em função da cobertura do solo filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana.

Ano	----- 2017 -----				----- 2018 -----			
Cobertura do Solo	PB	PP	PR	SC	PB	PP	PR	SC
Mínimo	16,75	18,25	17,25	15,00	20,25	20,25	19,50	18,00
1º quartil	20,25	21,50	20,25	19,75	23,75	23,75	23,50	23,75
Mediana	21,25	22,50	21,25	21,50	25,00	25,25	24,75	25,50
3º quartil	22,75	23,75	22,25	23,00	26,25	27,00	26,20	27,50
Média	21,51	22,60	21,08	21,27	25,09	25,67	24,80	25,86
Máximo	25,50	27,00	25,25	27,75	30,25	31,00	30,25	33,00

Os tratamentos com cobertura do solo de filme plástico branco (PB) e de papel reciclado (PR) promoveram temperatura máxima menor que nos tratamentos com filme plástico preto (PP) e sem cobertura do solo (SC) (Tabela 5), corroborando com os resultados de COOLONG (2010) e FREITAS (2017).

COOLONG (2010) e FREITAS (2017) observaram que a temperatura do solo nos tratamentos com papel Kraft e reciclado como coberturas do solo, respectivamente, foram menores que no tratamento com filme de polietileno preto. FREITAS (2017) observou ainda que a medida que a planta crescia e aumentava a área foliar esta diferença era reduzida.

Em um estudo com diferentes cobertura do solo, o filme plástico biodegradável foi o único tratamento que proporcionou maior temperatura do solo em relação aos tratamentos com coberturas do solo de *biofabrics* e sem cobertura (WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016). Os filmes plásticos biodegradáveis são mais eficientes em conduzir calor para o solo enquanto que os *biofabrics* são ineficientes, devido à sua constituição. Deste modo o primeiro é recomendado para condições de clima frio e o segundo para clima quente (COWAN; INGLIS; MILES, 2013; WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016). O filme plástico de polietileno utilizado como cobertura do solo proporcionou maior incremento de temperatura que o filme plástico biodegradável (MORENO; MORENO, 2008).

As coberturas do solo podem proporcionar grande influência no desenvolvimento das plantas. GASPARIM et al. (2005) observaram variação imposta pelos tratamentos na temperatura do solo até 20,0 cm de profundidade. É oportuno ressaltar que algumas hortaliças possuem grande parte do sistema radicular até esta profundidade (FILGUEIRA, 2008). Deste modo, o simples uso de cobertura do solo pode favorecer o cultivo de uma hortaliça em uma condição climática originalmente pouco favorável à essa hortaliça.

HAAPALA et al. (2015) ao utilizarem distintos tipos de coberturas do solo de polietileno, observaram que aquelas com a superfície de coloração preta permitiu alcançar maior valor de temperatura do solo. No entanto, a cobertura de polietileno transparente promoveu maior temperatura do solo que a cobertura de coloração preto (YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013). Isto se deve à capacidade de transmitância de cada material (AL-KARAGHOULI; AL-KAYSSI; HASSON, 1990).

Diante da variabilidade de tipos e composição das coberturas do solo pode-se ajustar uma combinação mais ideal entre condição climática e tipo de cobertura do solo para permitir o cultivo em uma condição climática originalmente desfavorável à cultura. No caso do Brasil, país de clima predominantemente tropical, deveria ser escolhido aquelas coberturas do solo que reduzem a temperatura do solo. Dessa forma,

o papel reciclado apresenta-se como uma potencial opção de cobertura do solo para atendimento desse objetivo.

5.4. Temperatura Foliar

Somente no ciclo de cultivo de 2018 que houve efeito significativo do fator cobertura do solo. Esse efeito foi observado nos horários de avaliação de 10:00, 12:00, 14:00 e 15:00 h (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para temperatura foliar (°C) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

		Quadrados Médios					
		Ciclo 2017					
Fonte de Variação	GL	Horários de Avaliação					
		10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Blocos	5	0,487 ^{ns}	0,142 ^{ns}	31,97 ^{**}	35,23 ^{**}	18,32 ^{**}	26,47 ^{**}
CS	3	1,987 ^{ns}	3,262 ^{ns}	1,699 ^{ns}	2,018 ^{ns}	0,931 ^{ns}	2,736 ^{ns}
PM	1	1,005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,205 ^{ns}	1,605 ^{ns}	1,238 ^{ns}	1,649 ^{ns}
CS x PM	3	11,20 ^{ns}	20,20 ^{ns}	3,519 ^{ns}	1,837 ^{ns}	6,115 ^{ns}	4,090 ^{ns}
Resíduo	35	3,960	8,248	1,694	2,199	2,661	1,435
Total	47						
Média		20,5	21,2	22,7	22,3	22,7	22,1
CV (%)		9,7	13,5	5,7	6,6	7,2	5,4
		Ciclo 2018					
Fonte de Variação	GL	Horários de Avaliação					
		10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Blocos	5	36,175 ^{**}	68,619 ^{**}	78,775 ^{**}	74,762 ^{**}	38,279 ^{**}	40,354 ^{**}
CS	3	8,197 ^{**}	4,989 ^{ns}	15,504 ^{**}	8,603 ^{ns}	4,858 ^{**}	3,113 ^{**}
PM	1	2,406 ^{ns}	0,374 ^{ns}	7,313 ^{ns}	0,392 ^{ns}	3,608 ^{ns}	1,653 ^{ns}
CS x PM	3	1,151 ^{ns}	0,235 ^{ns}	0,361 ^{ns}	1,069 ^{ns}	0,430 ^{ns}	1,263 ^{ns}
Resíduo	35	2,152	2,873	2,177	5,032	0,944	1,054
Total	47						
Média		25,5	27,9	28,1	28,2	27,8	28,2
CV (%)		5,8	6,1	5,2	7,9	3,5	3,6

^{**} e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Nota-se que em todos os horários avaliados a temperatura da folha foi maior nos tratamentos com cobertura do solo, exceto nos horários de 10:00 e 14:00 h que o tratamento com filme plástico de cor preta e papel reciclado se equipararam estatisticamente com o tratamento sem cobertura do solo (Tabela 7). Nota-se ainda que em geral, o tratamento com cobertura com filme de polietileno branco proporcionou maior temperatura foliar em todos os horários (Tabela 7).

Tabela 7. Teste de médias para a variável temperatura da folha (°C) em função das coberturas do solo filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para cada horário de avaliação no ciclo de 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Horário	PB		PP		PR		SC	
10:00	26,2	a	25,1	ab	26,1	a	24,5	b
12:00	28,3	a	28,5	a	29,2	a	26,5	b
14:00	28,4	a	27,6	ab	27,8	ab	26,9	b
15:00	28,5	a	28,2	a	28,6	a	27,5	a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Estes resultados podem ser explicados devido à maior conversão da energia da radiação solar em calor sensível que provoca aquecimento do ar já que o há baixa conversão em calor latente devido a limitação da evaporação de água do solo pela cobertura (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013). Além do valor de albedo maior do filme de polietileno branco que favorece a reflexão da radiação solar (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013).

O déficit de pressão de vapor de água do ar é proporcional ao aumento de temperatura do ar (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013). Desse modo, nos tratamentos em que observou maior temperatura foliar, provavelmente, devido ao ar estar mais aquecido houve maior transpiração das folhas (PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013).

5.5. Fotossíntese Líquida e Abertura Estomática

Para as variáveis fotossíntese líquida e abertura estomática não foi observado efeito significativo dos fatores estudados, exceto o efeito de blocos no ciclo de 2017 (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo da análise de variância para fotossíntese líquida (A, em $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e abertura estomática (g_s , em $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Ciclo de 2017		Ciclo de 2018	
		A	g_s	A	g_s
Blocos	5	12,738**	0,052**	9,154 ^{ns}	0,399 ^{ns}
CS	3	1,307 ^{ns}	0,012 ^{ns}	5,585 ^{ns}	0,227 ^{ns}
PM	1	0,002 ^{ns}	0,057 ^{ns}	6,040 ^{ns}	0,106 ^{ns}
CS x PM	3	0,397 ^{ns}	0,002 ^{ns}	2,959 ^{ns}	0,297 ^{ns}
Resíduo	35	5,097	0,169	3,840	0,148
Total	47				
Média		20,444	0,803	18,975	0,962
CV (%)		11,26	16,19	10,33	38,09

** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Como no presente trabalho a umidade do solo foi acompanhada diariamente foi possível realizar as irrigações para que todos os tratamentos tivessem igualmente boa disponibilidade de água no solo no momento da avaliação. Provavelmente, este seja um dos motivos pela inexistência de diferença estatística. Para reforçar esta explicação, MU; FANG (2015) verificaram que estas variáveis (fotossíntese líquida e abertura estomática) possuem correlação alta e positiva com a umidade atual do solo.

Um outro motivo para a ausência de diferença estatística pode ser devido ao dia da avaliação. No presente trabalho foram realizadas as avaliações 25/10/2017 e 02/04/2018 correspondendo a 69 e 43 dias após a semeadura, respectivamente, e neste momento havia grande número de folhas. Talvez, se a avaliação fosse realizada quando a planta tivesse poucas folhas poderia ter sido encontrado efeito significativo, principalmente do fator cobertura do solo. Dessa forma, com menor número de folhas a luz refletida desde a superfície das coberturas do solo para as folhas poderiam promover respostas fisiológicas diferentes (BALLARÉ; SCOPEL; SÁNCHEZ, 1995; COWAN; INGLIS; MILES, 2013; WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016).

Diferentemente do presente trabalho, em ensaios utilizando distintas coberturas do solo foi observado efeito significativo das coberturas do solo sobre a fotossíntese líquida e a abertura estomática nas culturas da pimenta (MU; FANG, 2015) na fase reprodutiva (cinco meses após o transplante) e do quiabo (BAHADUR et al., 2009) ao 45 dias após a semeadura.

5.6. Comprimento do Caule

A variável comprimento do caule variou significativamente apenas com o efeito do fator cobertura do solo e somente no ciclo de cultivo de 2017 (Tabela 9). Nota-se ainda que o fator perfil de molhamento não favoreceu ao desenvolvimento da planta (comprimento do caule). Provavelmente, isto se deve ao valor da porcentagem da área molhada (50 e 70%) estar dentro da faixa recomendada (BARROS; SANTOS; NETTO, 2016; FRIZZONE et al., 2012; KELLER; BLIESNER, 1990).

Tabela 9. Resumo da análise de variância para comprimento do caule (cm) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	39,40 ^{ns}	195,13 ^{ns}
CS	3	253,35 ^{**}	192,47 ^{ns}
PM	1	112,54 ^{ns}	33,33 ^{ns}
CS x PM	3	52,05 ^{ns}	27,72 ^{ns}
Resíduo	35	43,32	97,78
Total	47		
Média		53,01	46,7
CV (%)		12,41	21,17

^{**} e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os tratamentos com cobertura do solo proporcionaram médias significativamente superiores para a variável comprimento do caule em comparação ao tratamento sem cobertura do solo (Tabela 10). Isto, provavelmente, se deve a maior presença de plantas daninhas (Tabela 4) que competiu com a cultura por água, luz e nutrientes prejudicando o crescimento da planta de abobrinha italiana.

Tabela 10. Teste de médias para comprimento do caule (cm) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para o ciclo de 2017 de cultivo da abobrinha italiana

PB	PP	PR	SC
54,2 a	56,7 a	55,0 a	46,3 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na cultura da melancia, foi observado que o uso de cobertura do solo de polietileno promoveu aumento no número de internódios e comprimento de ramos em comparação com o tratamento sem cobertura (LAMBERT; BARRO, 2017). Vale

ressaltar que quando se tem maior comprimento de caule ou de ramas há também maior número de flores, possibilitando, conseqüentemente, alcançar maior produtividade (SILVA et al., 2018).

Na cultura do alface e do quiabo as coberturas do solo promoveu maior altura de plantas em relação ao tratamento sem cobertura (BAHADUR et al., 2009; FREITAS, 2017). Ambos autores atribuem a estes resultados à boa disponibilidade de água no solo e maior controle das plantas daninhas, confirmando, portanto, os resultados do presente trabalho.

5.7. Massa Seca de Parte Aérea

No ciclo de cultivo de 2017 os fatores de estudo não influenciaram significativamente esta variável (Tabela 11). Já no ciclo de cultivo de 2018 somente o fator cobertura do solo isolado influenciou significativamente esta variável (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância massa seca de parte aérea das plantas (g) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	18.370,9**	680,5 ^{ns}
CS	3	3.167,6 ^{ns}	11.639,3**
PM	1	1.204,0 ^{ns}	385,3 ^{ns}
CS x PM	3	1.386,9 ^{ns}	609,1 ^{ns}
Resíduo	35	1.399,3	1.775,6
Total	47		
Média		118,14	119,17
CV (%)		31,66	35,36

** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para a variável massa seca de parte aérea das plantas de abobrinha italiana nos tratamentos com cobertura do solo proporcionaram médias estatisticamente iguais e maiores quando comparada ao tratamento sem cobertura do solo no ciclo de cultivo de 2018 (Tabela 12). Isto se deve ao efeito prejudicial da presença de plantas daninhas. Resultados semelhantes que confirma os resultados deste trabalho foram encontrados por de LI et al. (2013).

Tabela 12. Teste de médias para massa seca da parte aérea de plantas (g) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) no ciclo de 2018 de cultivo da abobrinha italiana

PB	PP	PR	SC
140 a	137 a	126 a	73 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para esta mesma variável foi verificado correlação alta e positiva com a transpiração (LI et al., 2013). Deste modo, quanto maior a massa seca maior será a transpiração e, conseqüentemente, o consumo de água.

Na cultura do pimentão, os tratamentos com cobertura do solo com filme de polietileno de colorações branca e vermelha proporcionaram maior média pra massa seca de parte aérea que os tratamentos com coberturas da coloração amarela e preta (DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT, 1990). Os autores justificaram os resultados pela reflectância maior de luz vermelha e menor de luz infravermelha dos filmes de polietileno de colorações branca e vermelha. Assim, a luz vermelha contribuiu para maior fotossíntese.

5.8. Número de Brotações

Para a variável número de brotações no ciclo de cultivo de 2017 não houve efeito significativo de nenhum fator estudado (Tabela 13). O valor médio para esta variável foi de 1,83 brotações por planta. Já no ciclo de cultivo de 2018 não foi observado brotação das plantas de abobrinha italiana (Tabela 13). Provavelmente, as condições climáticas do período de cultivo de 2017 como maior radiação solar aliado à uma menor incidência de doenças pode ter favorecido as plantas a se desenvolverem mais e gerarem brotações.

Tabela 13. Resumo da análise de variância para número de brotações em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	2,53 ^{ns}	0,0
CS	3	13,83 ^{ns}	0,0
PM	1	10,08 ^{ns}	0,0
CS x PM	3	12,81 ^{ns}	0,0
Resíduo	35	5,09	0,0
Total	47		
Média		1,83	0,0
CV (%)		61,50	-

** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

5.9. Área Média de Folhas

A área média de folhas apresentou distinta resposta em cada ciclo de cultivo (Tabela 14). No ciclo de 2017 houve interação significativa entre os fatores cobertura do solo e perfil de molhamento e no ciclo de 2018 somente foi observado efeito significativo para cobertura do solo (Tabela 14).

Tabela 14. Resumo da análise de variância para área média de folhas (cm²) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	2.378 ^{ns}	8.337 ^{ns}
CS	3	7.616 ^{ns}	72.057 ^{**}
PM	1	13.616 ^{**}	1.171 ^{ns}
CS x PM	3	15.196 ^{**}	3.799 ^{ns}
Resíduo	35	3.855	7.673
Total	47		
Média		251	447
CV (%)		24,65	19,59

** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No ciclo de 2017, o tratamento com a cobertura do solo com filme plástico preto (PP) proporcionou média significativamente superior às demais dentro do perfil de molhamento de 50% para a variável área média de folhas (Tabela 15). Para o perfil de molhamento de 70% as médias para a mesma variável não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 15).

Tabela 15. Teste de médias para área média de folhas (cm²) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) e dos perfis de molhamento (PM50 e PM70) no ciclo 2017 de cultivo da abobrinha italiana

Perfil de Molhamento	Coberturas de Solo							
	PB		PP		PR		SC	
PM50	207	Bb	306	a	232	ab	195	Bb
PM70	314	A	261		226		274	A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05) e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

Dentro dos tratamentos com cobertura do solo com filme plástico branco e sem cobertura do solo o perfil de molhamento de 70% proporcionou médias superiores para a variável analisada (Tabela 15). Dentro dos tratamentos com cobertura do solo com plástico preto e papel reciclado os perfis de molhamento não diferiram entre si para a variável analisada (Tabela 15).

No ciclo de cultivo de 2018, o tratamento sem cobertura do solo proporcionou média estatisticamente inferior em relação às médias dos demais tratamentos (Tabela 16). As médias para a variável área média de folhas foram estatisticamente semelhantes para os tratamentos com cobertura do solo (Tabela 16).

Tabela 16. Teste de médias para área média de folhas (cm²) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) no ciclo 2018 de cultivo da abobrinha italiana

PB		PP		PR		SC	
510	a	479	a	465	a	334	b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Ao estudar o efeito de coberturas do solo com distintas cores sobre a cultura do pimentão, DECOTEAU; KASPERBAUER; HUNT (1990) observaram que os tratamentos não influenciaram à área média das folhas, discordando com os resultados observados neste trabalho (Tabela 16).

5.10. Índice de Área Foliar

A variável índice de área foliar (IAF) foi influenciada significativamente apenas pelo fator cobertura do solo em ambos os ciclos de cultivo (Tabela 17).

Tabela 17. Resumo da análise de variância para índice de área foliar ($m^2 m^{-2}$) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	1,120 ^{ns}	0,232 ^{ns}
CS	3	2,670 ^{**}	4,277 ^{**}
PM	1	0,249 ^{ns}	0,010 ^{ns}
CS x PM	3	1,232 ^{ns}	0,436 ^{ns}
Resíduo	35	0,703	0,595
Total	47		
Média		2,984	2,338
CV (%)		28,09	32,98

^{**} e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No ciclo de cultivo de 2017 a variável IAF dos tratamentos com filme plástico branco (PB) e papel reciclado (PR) se equiparam estatisticamente e foram significativamente superiores aos tratamentos com filme plástico preto (PP) e sem cobertura (SC) (Tabela 18). Já no ciclo de cultivo de 2018 a variável IAF dos tratamentos com cobertura do solo equiparam estatisticamente e todos eles foram superiores estatisticamente ao tratamento sem cobertura do solo (Tabela 18), corroborando com os resultados de LI et al. (2013), no qual os autores observaram maior média para o tratamento com cobertura do solo em relação ao sem cobertura.

Tabela 18. Teste de médias para índice de área foliar ($m^2 m^{-2}$) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Ciclo	PB	PP	PR	SC
2017	3,36 a	2,77 ab	3,39 a	2,41 b
2018	2,66 a	2,49 a	2,74 a	1,46 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em ensaio conduzido com a cultura do trigo cultivado com cobertura do solo de polietileno foi observado maior média de IAF que no tratamento sem cobertura do solo (XIE; WANG; LI, 2005). Os maiores valores de IAF podem ser explicados pela maior disponibilidade de água no solo devido à redução da evaporação de água do solo (ALLEN et al., 1998; XIE; WANG; LI, 2005). Dessa forma há um favorecimento do processo de transpiração e, conseqüentemente, aumenta a fotossíntese e a acumulação de fotoassimilados, resultando em maior crescimento da planta.

5.11. Área Foliar Específica

Para a variável área foliar específica observa-se a interação significativa entre os fatores cobertura do solo e perfil de molhamento ciclo de 2017 e no ciclo de 2018 verificou-se efeito significativo isolado da cobertura do solo (Tabela 19).

Tabela 19. Resumo da análise de variância para área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de cultivo de 2017 e 2018

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	7.587,7**	790,4**
CS	3	2.405,4 ^{ns}	1635,7**
PM	1	1052,7 ^{ns}	1064,5 ^{ns}
CS x PM	3	6272,4**	199,51 ^{ns}
Resíduo	35	1760,8	288,21
Total	47		
Média		235,42	197,26
CV (%)		17,82	8,61

** e ns: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No ciclo de cultivo de 2017 os tratamentos com a cobertura do solo com filme plástico preto (PR) e papel reciclado (PA) proporcionaram área foliar específica (AFE) significativamente superiores às demais dentro do tratamento PM70 (Tabela 20). Para o perfil de molhamento de 50% as médias não diferiram entre si (Tabela 20). Dentro do tratamento com cobertura do solo com filme plástico preto (PP), o perfil de molhamento de 70% proporcionou média superior para a variável analisada (Tabela 20). Dentro dos demais tratamentos com cobertura do solo os perfis de molhamento não diferiram estatisticamente para a variável AFE (Tabela 20).

Tabela 20. Teste de médias para área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) e dos perfis de molhamento (PM50 e PM70) no ciclo 2017

Perfil de Molhamento	Coberturas de Solo			
	PB	PP	PR	SC
PM50	250,6	206,2	B	246,2
PM70	209,4	b	275,3	Aa
				257,7
				ab
				218,0
				ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

No ciclo de cultivo de 2018 os tratamentos com a cobertura do solo com filme plástico preto (PP) e sem cobertura (SC) equiparam entre si e, proporcionaram médias superiores para a variável AFE em relação aos demais tratamentos (Tabela 21).

Tabela 21. Teste de médias para área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) no ciclo 2018 de cultivo da abobrinha italiana

PB	PP	PR	SC
187,9 b	203,5 ab	186,9 b	210,6 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As plantas aumentam a AFE sob duas condições, quando há baixo conteúdo de nitrogênio nas folhas (YAO et al., 2015) porém, como os tratamentos receberam a mesma dose de nitrogênio esta diferença não pode ser atribuída à esta condição. E quando há pouca luz (MEIR et al., 2002) logo, os tratamentos com maior IAF causaria um maior sombreamento principalmente das folhas mais velhas resultando em aumento da AFE. Contudo, foi observado o contrário.

5.12. Produção de Frutos por Planta

Houve efeito significativo isolado do fator cobertura do solo para a variável produção de frutos por planta em ambos os ciclos de 2017 e 2018 (Tabela 22). Diferentemente, WORTMAN; KADOMA; CRANDALL (2016) em estudo com distintas coberturas do solo constituído de matérias biodegradáveis, verificaram que os tratamentos não influenciaram a produção comercial na cultura do pepino.

Tabela 22. Resumo da análise de variância para produção de frutos por planta (kg) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	0,457 ^{ns}	0,251 ^{ns}
CS	3	3,226 ^{**}	3,981 ^{**}
PM	1	0,229 ^{ns}	0,945 ^{ns}
CS x PM	3	1,709 ^{ns}	0,293 ^{ns}
Resíduo	35	0,726	0,294
Total	47		
Média		4,816	1,848
CV (%)		17,69	29,35

** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O efeito não significativo do perfil de molhamento sobre esta variável indica que não há evidências de que uma porcentagem de área molhada maior (70%) favoreça a cultura da abobrinha pela melhor exploração horizontal do solo. Dessa forma se torna mais viável adotar a porcentagem de área molhada de 50% devido a economia de água.

No ciclo de cultivo de 2017, o tratamento com a cobertura de polietileno branco (PB) foi superior em relação aos demais tratamentos para a variável produção de frutos comerciais por planta (Tabela 23). No ciclo de cultivo de 2018 os tratamentos com cobertura do solo se equiparam entre si e proporcionaram médias superiores ao tratamento sem cobertura do solo (SC) (Tabela 23).

Tabela 23. Teste de médias para produção de frutos comerciais por planta (kg) em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Ciclo	PB		PP		PR		SC	
2017	5,45	a	4,96	ab	4,64	ab	4,22	b
2018	2,36	a	1,98	a	2,02	a	1,02	b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O pior desempenho quanto à produção de frutos comerciais por planta do tratamento sem cobertura do solo (SC) em ambos os ciclos (2017 e 2018) pode ser relacionado com a presença de plantas daninhas.

Vale ressaltar que a elevada produção de frutos encontrada no presente trabalho se deve além das condições ideais de cultivo a realização de colheitas diárias. Com colheita diária o fruto permanece pouco tempo como dreno de fotoassimilados e nutrientes. Isto permitiu que a planta produzisse mais flores e frutos.

SILVA et al. (2016) e SAEID; MOHAMMED (2015) ao cultivarem abobrinha italiana observaram que a produtividade foi significativamente maior sob o tratamento com cobertura do solo que no tratamento sem cobertura. Este mesmo efeito foi observado na cultura do melão e, além da produtividade, a massa média de frutos foi significativamente aumentada (MONTEIRO et al., 2007).

Em outro estudo, os tratamentos com as coberturas do solo constituída de polietileno proporcionaram melhores rendimentos da cultura do repolho chinês (Pak Choi) em relação aos tratamentos com coberturas de solo biodegradáveis (ECHER et al., 2015). Provavelmente, o polietileno promoveu maior aquecimento do solo,

resultando em melhor absorção de água e nutrientes. Isto ocorre por que o polietileno aumenta o fluxo de calor sensível em direção ao solo (COWAN; INGLIS; MILES, 2013; WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016).

Ao estudarem o efeito de distintas coberturas do solo de papel e filme de polietileno HAAPALA et al. (2015) e COOLONG (2010) observaram efeito positivo na produtividade de frutos pepino e abóbora, respectivamente, quando a superfície da cobertura polietileno de coloração preta. Os autores observaram ainda que todos os tratamentos que receberam a cobertura do solo proporcionaram maior média para a variável produtividade de frutos em relação ao tratamento sem cobertura do solo, sem cobertura do solo. Confirmando, portanto, os resultados encontrados no presente trabalho para o ciclo de cultivo de 2017.

Na cultura do alface, FREITAS (2017) encontrou resultados diferentes com o uso de coberturas do solo em relação ao presente trabalho e aos trabalhos de HAAPALA et al. (2015) e COOLONG (2010). O tratamento com papel (reciclado) proporcionou maior produção por planta na cultura do alface que o filme de polietileno. FREITAS (2017) justificou este resultado pelo menor aquecimento do solo quando se utilizou o papel.

Na cultura do pepino foi estudado o efeito de distintas cores da superfície das coberturas do solo de polietileno e foi observado que ambas contribuíram para adiantar a colheita e elevar a produtividade de frutos em relação ao tratamento sem cobertura do solo. No entanto, para a produtividade comercial de frutos as superfícies de coloração branca e preta promoveram maiores médias em relação à superfície verde e o tratamento sem cobertura do solo (FONSECA et al., 2003).

Ainda com a cultura do tomate, BISWAS et al. (2016) observaram que o filme de polietileno e palhada de arroz proporcionaram a mesma produtividade e economia de água. Os autores recomendam analisar os custos para pode escolher qual tipo de cobertura. O inconveniente da palhada é que se deve reservar um período do ano para o cultivo do arroz para formação da palhada. No caso de países localizados em elevadas latitudes este cultivo não ocorre, e transportar a palhada de outros locais é inviável economicamente.

OLINIK et al. (2011) cultivando abobrinha com uso de cobertura do solo de filme plástico de polietileno observaram maior produção de frutos e menor número de frutos com viroses em relação aos tratamentos com filme plástico de polipropileno, casca de arroz e sem cobertura. Nos tratamentos com filme plástico de polipropileno e

sem cobertura os índices de frutos com viroses chegaram a 35,8 e 45,6%, respectivamente.

Quanto à virose, OLINIK et al. (2011) relataram que o polietileno reflete mais luz no espectro do ultravioleta. Isto pode ter provocado de alguma forma um efeito de repelência contra os insetos vetores. No presente trabalho, o número de frutos com sintomas de viroses foi insignificante. Além do mais, o controle dos insetos vetores foi realizado de forma eficiente.

FREITAS (2017) verificou que a cobertura do solo de polietileno proporcionou médias maiores para produtividade na cultura da alface em relação ao tratamento sem cobertura. No entanto, SANTOS et al. (2016) não encontraram esta diferença. Os autores atribuíram esse resultado à realização de irrigações diariamente e consequente depleção de água no solo ser mínima. Provavelmente, a boa disponibilidade de água favoreceu à planta de alface assim como nos estudos de XIE; WANG; LI (2005) com a cultura do trigo.

O filme de polietileno de coloração branca proporcionou maiores médias para produtividade que o tratamento com filme de polietileno de coloração preta na cultura da melancia (SARAIVA et al., 2017). O melhor desempenho do filme de polietileno de coloração branca foi observado também para a variável teor de sólidos solúveis da melancia. Isto evidencia um possível efeito da superfície branca proporcionar maior reflectância, favorecendo o aumento da produção de fotoassimilados nas folhas (HAM; KLUITENBERG; LAMONT, 1993).

Ainda na cultura da melancia o filme de polietileno de coloração preta utilizado como cobertura do solo proporcionou maiores produtividade e lucro quando comparado ao tratamento sem cobertura (LAMBERT; BARRO, 2017). Com o uso do papel reciclado não há necessidade de retirá-lo após o fim do ciclo da cultura. Dessa forma, este pode ser uma alternativa econômica e ambientalmente sustentável em relação ao polietileno.

5.13. Número de Frutos Comerciais por Planta

Houve efeito significativo somente do fator cobertura do solo sobre a variável número de frutos por planta em ambos os ciclos de cultivo (Tabela 24). Diferentemente, REGHIN et al. (2002) não observaram efeito significativo para esta

mesma variável na cultura da abobrinha italiana cultivada sobre distintas cobertura do solo.

Tabela 24. Resumo da análise de variância para número de frutos comerciais por planta em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Ano 2017	Ano 2018
Blocos	5	4,549 ^{ns}	0,251 ^{ns}
CS	3	19,675 ^{**}	3,981 ^{**}
PM	1	3,422 ^{ns}	0,945 ^{ns}
CS x PM	3	11,929 ^{ns}	0,293 ^{ns}
Resíduo	35	5,538	0,294
Total	47		
Média		14,64	6,50
CV (%)		16,07	29,35

^{**} e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No ciclo de cultivo de 2017 as coberturas plásticas preto (PP) e branco (PB) se equiparam entre si e proporcionaram médias superiores em relação aos demais tratamentos para a variável número de frutos comerciais por planta (Tabela 25). No ciclo de cultivo de 2018 os tratamentos com cobertura do solo se equiparam entre si e proporcionaram médias superiores em relação ao tratamento sem cobertura (SC) (Tabela 25), corroborando com resultados de HAAPALA et al. (2015) e WATERER (2000). Estes autores observaram contribuição significativa da cobertura do solo de polietileno para incremento do número de frutos por planta na cultura do pepino.

Tabela 25. Teste de médias para número de frutos por planta em função das coberturas do solo com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Ciclo	PB	PP	PR	SC
2017	16,14 a	15,02 ab	14,32 ab	13,08 b
2018	8,38 a	6,87 a	7,18 a	3,58 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

O menor número de frutos comerciais por planta do tratamento SC em ambos os ciclos (2017 e 2018) deve estar relacionado com a presença de plantas daninhas (Tabela 4).

Ao analisar o número de frutos por planta da cultura da abobrinha cultivada com distintos tipos de cobertura do solo, OLINIK et al. (2011) observaram que houve maior

média para o número de frutos nos tratamentos com filme plástico de polietileno que nos tratamentos com filme plástico de polipropileno, casca de arroz e sem cobertura. Provavelmente, a melhor eficiência do polietileno em aquecer o solo (COWAN; INGLIS; MILES, 2013; WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016) permitiu melhor desenvolvimentos das plantas, já que os autores relataram temperatura do ar muito baixa durante o ensaio experimental.

OLINIK et al. (2011) observaram que nos tratamentos com cobertura do solo de filme plástico de polietileno houve maior índice de pegamento dos frutos. Portanto, nestes tratamentos houve maior número de frutos por planta e, conseqüentemente, maiores produtividades.

5.14. Massa Média, Diâmetros Maior e Menor, Densidade de Frutos

As variáveis massa média e diâmetros basal e apical de frutos não foram influenciadas significativamente pelos fatores do estudo nos ciclos de cultivo de 2017 e 2018 (Tabela 26). Provavelmente, devido à colheita ter sido feita com base no comprimento do fruto em decorrência da padronização exigida pela mercado (18 a 20 cm) as demais características também acompanharam um padrão. Somente a variável densidade de frutos foi influenciada significativamente unicamente pelo fator perfil de molhamento e apenas para o ciclo de cultivo de 2017 (Tabela 26).

Tabela 26. Resumo da análise de variância para massa média (MM, em g), diâmetros basal (DB, em mm) e apical (DA, em mm), densidade (D, em g cm⁻³) de frutos em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		MM	DM	Dm	D
Ciclo 2017					
Blocos	5	44,38 ^{ns}	2,317 ^{ns}	2,456 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
CS	3	265,7 ^{ns}	1,824 ^{ns}	5,793 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
PM	1	7,574 ^{ns}	1,880 ^{ns}	1,066 ^{ns}	0,0024 ^{**}
CS x PM	3	238,7 ^{ns}	1,565 ^{ns}	10,17 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Resíduo	35	194,57	3,118	4,840	0,0159
Total	47				
Média		321,39	57,10	39,66	0,903
CV (%)		4,340	3,092	5,548	1,882
Ciclo 2018					
Blocos	5	1.170,7 ^{**}	9,621 ^{ns}	12,312 ^{ns}	<0,0001 ^{ns}
CS	3	1.273,3 ^{ns}	71,610 ^{ns}	40,470 ^{ns}	<0,0001 ^{ns}
PM	1	37,98 ^{ns}	8,325 ^{ns}	0,003 ^{ns}	<0,0001 ^{ns}
CS x PM	3	97,3 ^{ns}	54,420 ^{ns}	22,489 ^{ns}	0,0004 ^{ns}
Resíduo	35	458,5	33,926	15,381	0,0002
Total	47				
Média		306,27	56,12	33,25	0,930
CV (%)		6,99	10,28	11,80	1,54

** e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Em desacordo com o presente trabalho e para esta mesma cultura, os tipos de coberturas do solo promoveram diferença estatística quanto ao diâmetro dos frutos (SAEID; MOHAMMED, 2015). Estes autores observaram que os tratamentos com filme de polietileno transparente e na coloração vermelha proporcionaram médias superiores aos tratamentos com filme de polietileno preto e sem cobertura do solo. Para a variável massa média de frutos, os autores encontraram os mesmos resultados do presente trabalho.

Na cultura do chuchu, KHAN; PAL; KUMAR (2015) observaram que o cultivo realizado com o uso de cobertura do solo de polietileno proporcionou maiores médias para massa média e diâmetro de frutos que os tratamentos com coberturas de palhada, esterco e sem cobertura do solo. Os autores atribuíram ao resultado o fato de que a cobertura de polietileno evita o processo de evaporação de água do solo e reduz a competição da cultura com as plantas daninhas.

O tratamento com perfil de molhamento de 70% proporcionou média superior para a variável densidade de frutos em comparação ao tratamento com 50% de área molhada no ciclo de 2017 (Tabela 27). Provavelmente, a maior lâmina de água

aplicada neste tratamento (Tabela 2) deve ter proporcionado maior disponibilidade de água e com isso a planta pode ter absorvido mais água contribuindo para aumento da densidade dos frutos.

Tabela 27. Teste de médias para densidade de frutos por planta (g cm^{-3}) em função dos perfis de molhamento de 50% (PM50) e 70% (PM70) para o ciclo de 2017 de cultivo da abobrinha italiana

PM50		PM70	
0,90	b	0,91	a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

5.15. Frutos Defeituosos

O fator cobertura do solo influenciou significativamente as variáveis número e produção de frutos defeituosos por planta no ciclo de cultivo de 2017 (Tabela 28). Diferentemente, REGHIN et al. (2002) não observaram efeito significativo deste fator em seu estudo com a mesma cultura.

Tabela 28. Resumo da análise de variância para número frutos defeituosos por planta (NFD) e produção de frutos defeituosos por planta (PFD, em kg) em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Ano 2017		Ano 2018	
		NFD	PFD	NFD	PFD
Blocos	5	0,0060 ^{ns}	0,0076 ^{ns}	0,0604 ^{ns}	0,1513 ^{ns}
CS	3	0,0303 ^{**}	0,0429 ^{**}	0,4288 ^{ns}	0,2675 ^{ns}
PM	1	0,0370 ^{ns}	0,0443 ^{ns}	0,2675 ^{ns}	0,0178 ^{ns}
CS x PM	3	0,0217 ^{ns}	0,0227 ^{ns}	0,1591 ^{ns}	0,0403 ^{ns}
Resíduo	35	0,0092	0,0114	0,1787	0,1286
Total	47				
Média		0,051	0,056	0,503	0,356
CV (%)		187,03	190,59	84,03	100,88

^{**} e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Nota-se que o número de frutos defeituosos aumentou em dez vezes no ciclo de cultivo de 2018 frente ao ciclo de 2017. Foi observado no ciclo de cultivo de 2018 maior número de frutos com má formação. Isto está relacionado com maior quantidade de precipitação (Figura 4). Com isto, as flores permaneciam muito tempo cheias de água resultando em deficiência na polinização por prejudicar a visita do inseto polinizador bem como a dispersão do grão de pólen.

Os tratamentos com cobertura do solo com filme plástico branco (PB) e preto (PP) equipararam entre si e proporcionaram médias estatisticamente superiores para as variáveis número e produção de frutos defeituosos por planta em relação aos demais tratamentos (Tabela 29). Em geral, quanto maior é a produção de frutos (Tabela 24) maior será as chances de haver frutos defeituosos (Tabela 29) devidos aos fatores supracitados. Esta mesma observação foi feita por SILVA et al. (2018) na cultura do pimentão quanto ao abortamento de flores.

Tabela 29. Teste de médias para número de frutos defeituosos por planta (NFD) e produção de frutos defeituosos por planta (PFD, em kg) em função das coberturas do solo (CS) com filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura (SC) no ciclo de 2017 de cultivo da abobrinha italiana

Variável	PB		PP		PR		SC	
NFD	0,092	a	0,097	a	0,016	b	0,000	b
PFD	0,086	a	0,125	a	0,012	b	0,000	b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

BRUST (2000) ao estudar a presença de pulgões em plantas de abobrinha italiana observou que nos tratamentos com cobertura do solo de polietileno preto e prateado havia presença significativamente menor de insetos que no tratamento sem cobertura. O autor constatou também que o tratamento sem cobertura apresentou maior número de plantas com sintomas de viroses. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao número maior de insetos vetores de viroses encontrados neste tratamento.

5.16. Produtividade de Água e Eficiência no Uso da Água

A variável produtividade de água (PA) foi influenciada pelo fator cobertura do solo no ciclo de cultivo de 2017 e pelos fatores cobertura de solo e perfil de molhamento ambos isoladamente no ciclo de cultivo de 2018 (Tabela 30).

Tabela 30. Resumo da análise de variância para produtividade de água em função da cobertura do solo (CS) e do perfil de molhamento (PM) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	
		PA	
		2017	2018
Blocos	5	62,0 ^{ns}	223,2 ^{ns}
CS	3	1.930,8 ^{**}	5.589,7 ^{**}
PM	1	81,1 ^{ns}	1832,1 ^{**}
CS x PM	3	201,2 ^{ns}	187,9 ^{ns}
Resíduo	35	96,0	173,8
Total	47		
Média		54,09	45,14
CV (%)		18,11	29,21

^{**} e ^{ns}: significativo e não significativo, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Em ambos os ciclos (2017 e 2018) os tratamentos com cobertura do solo proporcionaram médias estatisticamente superiores ao tratamento sem cobertura (Tabela 31). Estes resultados revelam que o papel reciclado possui capacidade proporcionar produtividade de água igual ao filme de polietileno.

Tabela 31. Teste de médias para produtividade de água (PA, em kg m⁻³) em função das coberturas do solo (CS) filmes plásticos branco (PB) e preto (PP), papel reciclado (PR) e sem cobertura do solo (SC) para os ciclos de 2017 e 2018 de cultivo da abobrinha italiana

Ciclo	PB	PP	PR	SC
2017	63,02 a	61,38 a	56,44 a	35,54 b
2018	61,63 a	50,47 a	51,67 a	16,77 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Em um estudo com distintos tipos de cobertura do solo biodegradáveis foi observado que todas coberturas podem ser utilizadas para redução da lâmina de irrigação (WORTMAN; KADOMA; CRANDALL, 2016). Contudo, segundo os autores a escolha do tipo de cobertura deve ser feita com base no efeito sobre a temperatura do solo, durabilidade, supressão das plantas daninhas e permeabilidade, importante para as condições em que não há uso de sistemas de irrigação.

SUN et al. (2012) verificaram que o plástico usado como cobertura do solo é mais eficiente em reduzir a evaporação de água do solo que a palhada. Deste modo, os autores concluíram que a produtividade de água pode ser elevada com o uso da cobertura do solo de polietileno na cultura da jujuba (*Zizyphus jujuba* Miller). Na

cultura do alface, a economia de água promovida pela cobertura do solo de polietileno aliado a irrigação por pulsos foi de 50% (ALMEIDA; LIMA; PEREIRA, 2015).

O tratamento com perfil de molhamento de 50% foi obtve maior PA de que no perfil de molhamento de 70% (Tabela 32). Isto se deve à maior demanda de água proporcionada pelo tratamento PM70 (Tabela 2).

Tabela 32. Teste de médias para produtividade de água (PA, em kg m⁻³) em função dos perfis de molhamento de 50% (PM50) e 70% (PM70) para o ciclo de 2018 de cultivo da abobrinha italiana

PM50		PM70	
51,31	a	38,96	b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

O uso conjunto da irrigação localiza e da cobertura do solo promoveu aumento da eficiência no uso da água na cultura do pepino (YAGHI; ARSLAN; NAOUM, 2013). Estes autores verificaram que o melhor tratamento foi com cobertura do solo de polietileno transparente devido à maior produtividade que foi explicada pela eficiência do polietileno em elevar a temperatura do solo.

XIE; WANG; LI (2005) ao estudarem o efeito do mínimo de conteúdo de água do solo (40, 50, 60, 70 e 85%) antes da irrigação em solo coberto com filme de polietileno e solo sem cobertura observaram que ao se evitar o aumento da depleção de água diminui a eficiência no uso da água. Isto ocorre devido ao aumento da evapotranspiração da cultura, ou mais especificamente do processo de transpiração, que neste caso quando elevada demais não promove aumento de produtividade (XIE; WANG; LI, 2005). Deste modo, os autores concluíram para as condições experimentais que o mínimo de conteúdo de água do solo antes da irrigação deve ser de 60% para condições de solo com cobertura plástica. Este tratamento promoveu maiores produtividade e eficiência no uso da água e, sobretudo, o obteve maior lucro.

No presente trabalho foi adotado o valor mínimo de conteúdo de água do solo do solo de 50% para todos os tratamentos, inclusive para o tratamento sem cobertura do solo. XIE; WANG; LI (2005) relatam que sem o uso de cobertura do solo de polietileno o mínimo conteúdo de água do solo deve ser de 85% para evitar prejuízos à produtividade. Sendo assim, um dos motivos para baixa eficiência no uso da água para o tratamento sem cobertura do solo no presente trabalho pode ter sido a baixa produtividade influenciada pelo nível alto de depleção de água no solo (50%) antes da irrigação.

6. CONCLUSÕES

As coberturas do solo de polietileno são recomendadas para o cultivo da abobrinha italiana objetivando produção de frutos.

Todas as coberturas do solo são recomendadas quanto ao controle de plantas daninhas.

O uso do papel reciclado como cobertura não é recomendado para condições de precipitação elevada e alta infestação de tiririca no solo.

As coberturas do solo de polietileno de coloração branca e de papel reciclado são recomendadas para o cultivo da abobrinha italiana em que há necessidade de diminuir a temperatura do solo.

Quando se utiliza cobertura de solo, o perfil de molhamento de 50% é recomendado para o cultivo da abobrinha italiana.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-KARAGHOULI, A.; AL-KAYSSI, A. W.; HASSON, A. M. The photometric properties of different colored plastic mulches used for soil solarization. **Solar & wind technology**, v. 7, n. 2/3, p. 119–123, 1990.
- ALLEN, R. G. et al. **Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO Irrigation and Drainage, 1998. v. 56
- ALMEIDA, W. F. DE; LIMA, L. A.; PEREIRA, G. M. Drip pulses and soil mulching effect on american crisphead lettuce yield. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 6, p. 1009–1018, 2015.
- ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017 : Relatório pleno**. [s.l.] Agência Nacional de Águas, 2017.
- ARAÚJO, W. F. **Aplicação de água carbonatada em abobrinha cultivada em solo com e sem cobertura plástica**. Doutorado—Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, 2002.
- AZAD, B.; HASSANDOKHT, M. R.; PARVIZI, K. Effect of mulch on some characteristics of potato in Asadabad, Hamedan. **International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR)**, v. 6, n. 3, p. 139–147, 2015.
- BAHADUR, A. et al. Physiological and yield response of okra (*Abelmoschus esculentus*) to irrigation scheduling and organic mulching. v. 79, n. 10, p. 813–815, 2009.
- BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L.; SÁNCHEZ, R. A. Plant photomorphogenesis in canopies, crop growth, and yield. **HortScience**, v. 30, n. 6, p. 1172–1181, 1995.
- BARATA, M. DO C. C. F. **Estudo da gestão eficiente da água na cultura do pimento com filmes de cobertura do solo**. PhD Thesis—[s.l.] ISA/UL, 2014.
- BARROS, A. C.; SANTOS, T. P. D.; NETTO, A. D. O. A. Vazão ideal de gotejadores para a cultura do pimentão em diferentes tipos de solo. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 121–128, 2016.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006.
- BISWAS, S. K. et al. Effect of drip irrigation and mulching on yield, water-use efficiency and economics of tomato. **Plant, Soil and Environment**, v. 61, n. 3, p. 97–102, 2016.
- BRUST, G. E. Reflective and Black Mulch Increase Yield in Pumpkins Under Virus Disease Pressure. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 3, p. 828–833, 2000.
- BU, L. et al. The effects of mulching on maize growth, yield and water use in a semi-arid region. **Agricultural Water Management**, v. 123, p. 71–78, maio 2013.
- CÂMARA, M. J. T. et al. Produção e qualidade de melão amarelo influenciado por coberturas do solo e lâminas de irrigação no período chuvoso. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 58–63, 2007.
- CHAKRABORTY, D. et al. Synthetic and organic mulching and nitrogen effect on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 5, p. 738–748, 2010.

- CHEN, Y. et al. Empirical estimation of pollution load and contamination levels of phthalate esters in agricultural soils from plastic film mulching in China. **Environmental Earth Sciences**, v. 70, n. 1, p. 239–247, 2013.
- COOLONG, T. Performance of Paper Mulches Using a Mechanical Plastic Layer and.pdf. **HortTechnology**, v. 20, n. 3, p. 319–324, 2010.
- COUTO, M. R. M. et al. Transformações de dados em experimentos com abobrinha italiana em ambiente protegido. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1701–1707, 2009.
- COWAN, J. S.; INGLIS, D. A.; MILES, C. A. Deterioration of Three Potentially Biodegradable Plastic Mulches Before and After Soil Incorporation in a Broccoli Field Production System in Northwestern Washington. v. 23, n. 6, p. 849–858, 2013.
- DANTAS, M. S. et al. Rendimento e qualidade de melancia cultivada sob proteção de agrotêxtil combinado com mulching plástico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 824–829, 2013.
- DECOTEAU, D. R.; KASPERBAUER, M. J.; HUNT, P. G. Bell Pepper Plant Development over Mulches of Diverse Colors. v. 25, n. 4, p. 460–462, 1990.
- DING, R. et al. Partitioning evapotranspiration into soil evaporation and transpiration using a modified dual crop coefficient model in irrigated maize field with ground-mulching. **Agricultural Water Management**, v. 127, p. 85–96, 2013.
- ECHER, M. M. et al. Agronomic performances of Pak Choi grown with different soil cover. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p. 261–266, 2015.
- FAN, Y. et al. Plastic mulch decreases available energy and evapotranspiration and improves yield and water use efficiency in an irrigated maize cropland. **Agricultural Water Management**, v. 179, p. 122–131, 2017.
- FAO. **Aquastat—Water uses**. c. Disponível em: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm>. Acesso em: 19 jan. 2018.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese)**. [s.l: s.n.].
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Oleicultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008.
- FONSECA, I. C. DE B. et al. Colored polyethylene soil covers and grafting effects on cucumber flowering and yield. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 643–649, 2003.
- FREITAS, A. R. DE J. **Potencial do papel no cultivo da alface visando controle de plantas daninhas, temperatura e perda de água**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- FRIZZONE, J. A. et al. **Microirrigação: Gotejamento e Microaspersão**. 1 Ed. ed. Maringá: Eduem, 2012.
- GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, 2005.
- GONG, D. et al. Comparison of ET partitioning and crop coefficients between partial plastic mulched and non-mulched maize fields. **Agricultural Water Management**, v. 181, p. 23–34, 2017.

HAAPALA, T. et al. Feasibility of paper mulches in crop production: a review. **AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCE**, p. 20, 2014.

HAAPALA, T. et al. 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. 7, 2015.

HAM, J. M.; KLUITENBERG, G. J.; LAMONT, W. J. Optical Properties of Plastic Mulches Affect the Field Temperature Regime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 118, n. 2, p. 188–193, 1993.

HUBBE, M. A.; GILL, R. A. Fillers for Papermaking: A Review of their Properties, Usage Practices, and their Mechanistic Role. **BioResources**, v. 11, n. 1, p. 2886–2963, 2016.

IBÁ. **Ibá - Cenários Ibá**. Disponível em: <<http://iba.org/pt/dados-e-estatisticas/cenarios-iba>>. Acesso em: 20 maio. 2018.

KATABUCHI, M. **LeafArea: Rapid Digital Image Analysis of Leaf Area. R package version 0.1.7**. <https://CRAN.R-project.org/package=LeafArea>. [s.l.: s.n.].

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: [s.n.].

LAMBERT, R. A.; BARRO, L. S. Mulching é uma opção para o aumento de produtividade da melancia. v. 4, n. 1, p. 53–57, 2017.

LI, S. X. et al. Effect of plastic sheet mulch, wheat straw mulch, and maize growth on water loss by evaporation in dryland areas of China. **Agricultural Water Management**, v. 116, p. 39–49, 2013.

LIU, E. K.; HE, W. Q.; YAN, C. R. ‘White revolution’ to ‘white pollution’—agricultural plastic film mulch in China. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 9, p. 91–101, 2014.

LIU, Z. et al. Non-destructively predicting leaf area, leaf mass and specific leaf area based on a linear mixed-effect model for broadleaf species. **Ecological Indicators**, v. 78, p. 340–350, jul. 2017.

LÓPEZ, J. R. et al. **Riego Localizado**. Madrid: Mundi - Prensa, 1992.

LORENZI, H. **Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas**. 7. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014.

LUCKMANN, J. et al. An integrated economic model of multiple types and uses of water. **Water Resources Research**, v. 50, n. 5, p. 3875–3892, maio 2014.

MACHADO JUNIOR, R. **Fenômica aplicada à caracterização de frutos em germoplasma de abóbora**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

MEIR, P. et al. Acclimation of photosynthetic capacity to irradiance in tree canopies in relation to leaf nitrogen concentration and leaf mass per unit area. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 3, p. 343–357, 2002.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978.

MINUSSI, L. C.; ALVES, I. S. Abelhas nativas versus *Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica, (Hymenoptera: Apidae). **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, p. 58–62, 2007.

MONTEIRO, R. O. C. et al. Aspectos produtivos e de qualidade do melão sob gotejo subterrâneo e “mulching” plástico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 4, p. 453–457, 2007.

MORENO, M. M.; MORENO, A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. **Scientia Horticulturae**, v. 116, n. 3, p. 256–263, 2008.

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.

MU, L.; FANG, L. Effects of different mulching practices on the photosynthetic characteristics of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) in a greenhouse in Northwest China. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science**, v. 65, n. 8, p. 735–746, 2015.

MUNIANDY, J. M.; YUSOP, Z.; ASKARI, M. Evaluation of reference evapotranspiration models and determination of crop coefficient for *Momordica charantia* and *Capsicum annuum*. **Agricultural Water Management**, v. 169, p. 77–89, 2016.

NOVAMONT. **Mater-Bi**. Disponível em: <http://uk.novamont.com/page.php?id_page=74&id_first=74>. Acesso em: 20 maio. 2018.

OLINIK, J. et al. Produtividade de híbridos de abobrinha italiana cultivados sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 130–134, 2011.

PEREIRA, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração**. Campinas: Fundag, 2013.

PLASTICSEUROPE. **Plastics – The Facts 2017**. [s.l: s.n.].

QIN, S. et al. Can the drip irrigation under film mulch reduce crop evapotranspiration and save water under the sufficient irrigation condition? **Agricultural Water Management**, v. 177, p. 128–137, 2016.

RAMOS, S. R. R. et al. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010.

REGHIN, M. Y. et al. Mulching no cultivo da abóbora de moita. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 1–4, 2002.

SAEID, A.; MOHAMMED, G. The Effect of Color Plastic Mulches on Growth, Yield and Quality of Two Hybrids of Summer Squash (*cucurbita pepo* l.). **Science Journal of University of Zakho**, v. 3, n. 1, p. 113–118, 2015.

SANTOS, A. A. R. et al. Evapotranspiração de referência em função dos extremos da temperatura do ar no estado do rio de janeiro. **IRRIGA**, v. 21, n. 3, p. 449–465, 2016.

SANTOS, B. M.; OBREGÓN, H. A. Prácticas culturales para la producción comercial de fresas en Florida. **Depto. Horticultural Sci., Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida. U. de Florida**, p. 15, 2009.

SANTOS, H. G. DOS et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª Ed. Revista e Ampliada ed. Brasília, DF: EMRAPA, 2013.

SANTOS, M. E. P. DOS. **Análise custo-benefício da utilização de filmes biodegradáveis vs filmes de polietileno - uma aplicação concreta a uma cultura de ci.pdf**. Dissertação—Lisboa, Portugal: Universidade de Lisboa, 2014.

SARAIVA, A. et al. The use of biodegradable mulch films in muskmelon crop production. **Basic Research Journal of Agricultural Science and Review**, v. 1, n. 4, p. 88–95, 2012.

SARAIVA, K. R. et al. Regulated deficit irrigation and different mulch types on fruit quality and yield of watermelon. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 2, p. 437–446, jun. 2017.

SCARPARE, F. V. et al. Determinação de índices biometeorológicos da videira ‘niagara rosada’ (*vitis labrusca* l.) poda, em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 782–789, 2013.

SCHIMMEL, D. S. Drylands in the Earth System. **Science**, v. 327, n. 5964, p. 418–419, 2010.

SHRESTHA, N. K.; SHUKLA, S. Basal crop coefficients for vine and erect crops with plastic mulch in a sub-tropical region. **Agricultural Water Management**, v. 143, p. 29–37, 2014.

SILVA, A. C. C. D. et al. **Abobrinha italiana cultivada sob diferentes tipos de irrigação e cobertura do solo**. Anais do XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016. **Anais...** In: XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016. Florianópolis - SC: CONBEA, 28 jun. 2016

SILVA, G. H. DA et al. Response of bell pepper crop subjected to irrigation depths calculated by different methodologies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 45–50, jan. 2018.

SOUZA, C. F.; FOLEGATTI, M. V. Distribution and storage characterization of soil solution for drip irrigation. **Irrigation Science**, v. 27, n. 4, p. 277–288, 2009.

SPLAWSKI, C. E. et al. Mulch effects on floral resources and fruit production of squash, and on pollination and nesting by squash bees. **HortTechnology**, v. 24, n. 5, p. 535–545, 2014.

SUN, H. et al. Determination of water consumption and the water-saving potential of three mulching methods in a jujube orchard. **European Journal of Agronomy**, v. 43, p. 87–95, nov. 2012.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, v. 38, n. 1, p. 55, jan. 1948.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; ARAÚJO, H. S. DE. **Calagem e adubação da abobrinha italiana (de moita) (Cucurbita pepo), abóbora brasileira (Cucurbita moschata), moranga (Cucurbita maxima) e abóbora japonesa (híbrida)**. Campinas: Instituto Agronômico - IAC, 2014.

WATERER, D. Influence of soil mulches and method of crop establishment on growth and yields of pumpkins. **Canadian journal of plant science**, v. 80, n. 2, p. 385–388, 2000.

WORTMAN, S. E.; KADOMA, I.; CRANDALL, M. D. Biodegradable Plastic and Fabric Mulch Performance in Field and High Tunnel Cucumber Production. v. 26, n. 2, p. 148–155, 2016.

XIE, Z.; WANG, Y.; LI, F. Effect of plastic mulching on soil water use and spring wheat yield in arid region of northwest China. **Agricultural Water Management**, v. 75, n. 1, p. 71–83, 2005.

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

YANG, N. et al. Plastic Film Mulching for Water-Efficient Agricultural Applications and Degradable Films Materials Development Research. **Materials and Manufacturing Processes**, v. 30, n. 2, p. 143–154, 2015.

YAO, H. et al. Plant density alters nitrogen partitioning among photosynthetic components, leaf photosynthetic capacity and photosynthetic nitrogen use efficiency in field-grown cotton. **Field Crops Research**, v. 184, p. 39–49, dez. 2015.