

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS

CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA

HAUDIANNE FERNANDES FIGUEIREDO

**EFEITO DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES TIPOS DE PLÁSTICOS
NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

SÃO JOÃO EVANGELISTA

2019

HAUDIANNE FERNANDES FIGUEIREDO

**EFEITO DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES TIPOS DE PLÁSTICOS
NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São
João Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho

FICHA CATALOGRÁFICA

F471e
2019

Figueiredo, Haudianne Fernandes.

Efeito da solarização do solo com diferentes tipos de plásticos no controle de plantas daninhas. / Haudianne Fernandes Figueiredo. – 2019.
38f; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2019.

Orientador: Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho.

1. Solarização. 2. Plásticos. 3. Controle. 4. Plantas daninhas. I. Figueiredo, Haudianne Fernandes. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais.– Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 632.96

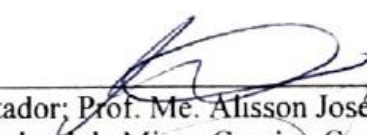
HAUDIANNE FERNANDES FIGUEIREDO

**EFEITO DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO COM DIFERENTES TIPOS DE
PLÁSTICOS NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS**

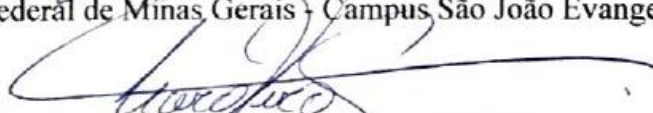
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São
João Evangelista como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em 26/08/2019

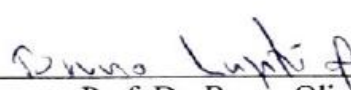
BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Msc. Alisson José Eufrásio de Carvalho
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista



Prof. Dr. Cícero Teixeira da Silva
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista



Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafetá
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e oportunidade de realizar esse sonho, dando-me força e resignação para passar por todos os desafios. Aos meus pais, Mariângela e Haudeé que tantos sacrifícios fizeram para que eu pudesse estar aqui, por não terem medido esforços nem obstáculos. Aos meus irmãos Diêgo e Pedro Gabriel pelo afeto, paciência e compreensão nos momentos de dificuldade. Ao meu namorado Thiago que me acompanhou cada dia dessa trajetória, pela força e apoio. Aos meus amigos e familiares, em especial a minha amada avó Menta e Tia Maricélia, por todo amor e suporte que sempre me foram dados. As amizades que fiz durante esse tempo, meu respeito e admiração. Aos mestres pelo conhecimento passado, ao meu orientador, professor Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho pelo suporte, paciência e disponibilidade, a banca examinadora. Ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Agradeço imensamente a todos que direta e indiretamente fizeram parte e foram fundamentais nessa vitória. Tenho certeza de que valeu a pena cada etapa durante a graduação.

Muito obrigada !!!

RESUMO

O estudo teve por objetivo testar o efeito de diferentes plásticos em diferentes épocas para o controle eficiente das plantas daninhas. O experimento foi instalado na parte externa do Prédio de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Minas Gerais Campus São João Evangelista – MG. Foram instalados bandejas com os seguintes tratamentos, sendo três tipos de cobertura (ausência de cobertura, plástico preto e plástico transparente), filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente e preto de 150 micras (μm) e 4 épocas de cobertura do solo (15, 30, 45 e 60 dias). Cada bandeja foi dividida ao meio para receber duas repetições. A cada 15 dias após a instalação dos plásticos (PEBD) as coberturas foram retiradas para exposição do solo a luminosidade. Após 20 dias de exposição dos tratamentos a luminosidade as plantas daninhas foram identificadas, quantificadas e coletadas para mensuração da massa fresca e seca da parte aérea. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos ao acaso com arranjo fatorial 3x4 com quatro repetições. Os dados foram submetidos às análises de variância (teste F), regressão e teste Tukey. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio dos softwares Excel® e R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018), com significâncias de 1 e 5%. Foram observadas 16 espécies de plantas daninhas nos diferentes tratamentos com predominância de *Eleusine indica* L. na testemunha; *Urochloa decumbens* Stapf e *Eleusine indica* L. no plástico branco; e *Digitaria horizontalis* Willd, no plástico preto (PEBD). A predominância de espécies gramíneas nos tratamento com plásticos deve ser atribuído a elevação da temperatura nesses ambientes. Para o acúmulo de massa seca foi observado aos 60 dias na testemunha 137,57 g.bandeja⁻¹, no plástico branco 43,83 g.bandeja⁻¹ e no plástico preto 0,0 g.bandeja⁻¹. A redução no acúmulo foi de 100 % para o plástico preto e 68,1 % para o plástico branco. A cobertura do solo com plástico preto de polietileno de 150 micras pelo período de 60 dias inviabiliza a germinação do banco de sementes. As temperaturas elevadas em torno de 35 °C a 40 °C na superfície do solo no período do trabalho favoreceram a germinação de gramíneas.

Palavras-chave: Controle. Plantas daninhas. Plásticos. Solarização.

ABSTRAT

The study aimed to test the effect of different plastics at different times for efficient weed control. The experiment was installed outside the Agrarian Science Building of the Federal Institute of Minas Gerais Campus São João Evangelista - MG. The following treatments were installed: three types of cover (no cover, black plastic and clear plastic), 150 micron (μm) black and clear low density polyethylene (LDPE) plastic film soil (15, 30, 45 and 60 days). Each tray was split in half to receive two repetitions. Every 15 days after the installation of plastics (LDPE) the covers were removed to expose the soil to light. After 20 days of exposure of treatments to light weeds were identified, quantified and collected to measure fresh and dry mass of shoots. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 3x4 factorial arrangement with four replications. Data were submitted to analysis of variance (F test), regression and Tukey test. Data were subjected to analysis of variance (F test), regression and Tukey test. Statistical analyzes were performed using Excel® and R version 3.5.2 software (R CORE TEAM, 2018), with significance of 1 and 5%. Sixteen weed species were observed in the different treatments with predominance of *Eleusine indica* L. in the control; *Urochloa decumbens* Stapf and *Eleusine indica* L. in white plastic; and *Digitaria horizontalis* Willd, in black plastic (LDPE). The predominance of grass species in plastic treatment should be attributed to the temperature increase in these environments. For the accumulation of dry mass was observed at 60 days in the control 137.57 g.bandeja-1, in white plastic 43.83 g.bandeja-1 and in black plastic 0.0 g.bandeja-1. The accumulation reduction was 100% for black plastic and 68.1% for white plastic. Covering the ground with black polyethylene plastic of 150 microns for 60 days makes seed bank germination unfeasible. High temperatures around 35 ° C to 40 ° C on the soil surface during the work period favored grass germination.

Keywords: Control. Weeds. Plastics. Solarization.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da análise química de solo da estufa do setor de olericultura na profundidade de 0-20 cm	21
Tabela 2 – Resumo da análise variância dos atributos riqueza, número de indivíduos (Nind), diversidade de Shannon, massa fresca e seca de espécies de plantas daninhas germinadas após tratamento de solarização	24
Tabela 3 – Espécies de plantas daninhas germinadas após aplicação da solarização com diferentes coberturas de plástico	25
Tabela 4 – Médias dos atributos riqueza, número de indivíduos (Nind), diversidade de Shannon, massa fresca e seca de espécies de plantas daninhas germinadas após tratamento de solarização	26
Tabela 5 – Equações selecionadas para a estimativa dos atributos riqueza de espécies e massa seca da população de plantas daninhas submetidas a tratamento de solarização em função do tempo (t), em dias	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – local da coleta	21
Figura 2 – Disposição das bandejas	22
Figura 3 – Disposição das bandejas e tratamentos	22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Representação dos atributos riqueza de espécies e massa seca da população de plantas daninhas submetidas a tratamento de solarização em função do tempo (t), em dias.....	28
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 TIPOS DE PLÁSTICOS	13
2.2 EFEITO DA SOLARIZAÇÃO	13
2.3 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS.....	15
2.3.1 CONTROLE PREVENTIVO.....	15
2.3.2 CONTROLE CULTURAL.....	16
2.3.3 CONTROLE MECÂNICO.....	16
2.3.4 CONTROLE FÍSICO.....	17
2.3.5 CONTROLE BIOLÓGICO.....	18
2.3.6 CONTROLE QUÍMICO.....	18
2.4 DIVERSIDADE, RIQUEZA E DOMINÂNCIA	19
3. METODOLOGIA.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
APÊNDICE A – TEMPERATURAS DAS SUPERFÍCIES, 4 E 8 CM ÀS 08:00, 12:00 E 16:00 HORAS NAS DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO NO PERÍODO DE 05/05/19 A 16/07/19.....	35

1. INTRODUÇÃO

Uma das dificuldades dos agricultores no ciclo da cultura são as plantas daninhas, que contribuem para a redução da produtividade da lavoura, diminuindo também sua rentabilidade. A reprodução das plantas daninhas acontece de duas principais formas: a reprodutiva, por meio das sementes, ou a vegetativa, através de estruturas específicas como por exemplo os estolões, quando a planta gera uma outra, sem depender da produção de sementes. Algumas espécies de plantas daninhas podem produzir cerca de trezentas mil sementes, que se propagam pelo vento, chuva, máquinas e outros meio (GIRALDI, 2017).

Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado. As plantas daninhas, quando crescem juntamente com as culturas agrícolas, interferem no seu desenvolvimento reduzindo-lhes a produção, competem pela extração dos elementos essenciais (água, luz, CO₂ e nutrientes) e podem exercer inibição química sobre o seu desenvolvimento, fenômeno esse conhecido como “alelopatia” (LORENZI, 2014).

Devido à grande preocupação e conscientização da sociedade quanto à utilização de herbicidas para o controle das plantas daninhas, têm-se dado maior enfoque quanto às questões ambientais e ao desenvolvimento dos sistemas de produção orgânica. As pesquisas, cada vez mais, têm sido voltadas a medidas de controle que sejam eficientes e que não causem danos ao meio ambiente, que podem afetar tanto a população de microrganismos presentes no solo quanto o equilíbrio biológico (PUHL, 2013).

Em um programa de manejo de plantas daninhas (MIPD), é necessário ajustar o balanço da interferência entre as plantas, de modo a favorecer o desenvolvimento das culturas, e reduzir o crescimento das plantas daninhas e o banco de suas sementes no solo, para que em novos plantios, na mesma área, o nível de infestação ocorra em menor intensidade. Essas metas podem ser alcançadas por meio do manejo integrado de plantas daninhas (Silva & Silva, 2007).

No manejo integrado de plantas daninhas a solarização do solo pode ser uma alternativa no controle de plantas daninhas, uma vez que o maior crescimento da cultura é frequentemente observado nos solos solarizados, assim como uma maior produtividade. Esse efeito, que pode ocorrer mesmo na ausência de patógenos, deve-se a diversos processos desenvolvidos durante a solarização, que envolvem mudanças nos componentes bióticos e abióticos do solo (Katan & DeVay, 1991; Ghini et al., 1992; Gruenzweig et al., 1993).

Além de controlar eficientemente fitopatógenos habitantes do solo, a solarização do solo é eficiente no controle de plantas invasoras, sendo que diversos agricultores utilizam a técnica com essa finalidade para substituir o uso de herbicidas (GHINI & BETTIOL, 1995).

De acordo com Katan *et al.*, 1976, a técnica da solarização foi desenvolvida em Israel na década de 70 para a desinfestação de solos e substratos antes do plantio. Sendo desenvolvida pelo Dr. Yaacov Katan, da Universidade de Jerusalém, Israel, em 1976, e vem sendo utilizada em diversos países, como Israel, Estados Unidos, Japão, Itália, Egito, Espanha, Brasil, entre outros (GHINI, 2001).

O uso da energia solar na tentativa de controlar agentes bióticos no solo data de tempos remotos. Dentre os vários termos empregados para descrever a técnica estão o aquecimento solar do solo, cobertura plástica, cobertura com polietileno transparente, pasteurização solar, desinfestação solar e o termo solarização do solo é o mais aceito atualmente (Katan *et al.*, 1987).

A solarização é recomendada principalmente para regiões quentes, visto que consiste na cobertura do solo com um filme plástico transparente, permitindo a elevação da temperatura do solo, através da energia solar (KATAN, 1987). Segundo Baptista *et al.* (2006), embora não seja tão eficiente quanto o controle químico, a solarização do solo não apresenta os problemas de toxicidade e danos ao meio ambiente, configurando-se em uma alternativa bastante interessante para o sistema orgânico de produção.

Em muitas hortas comerciais, a solarização está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas daninhas, visto que significa uma grande redução de mão-de-obra. Geralmente, plantas daninhas anuais são mais sensíveis à solarização do que as perenes. Em razão das dificuldades do agricultor em monitorar a temperatura do solo ou a população do patógeno durante a solarização, o controle de plantas daninhas constitui-se num excelente indicador da eficiência do método (GHINI, 2001).

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito de diferentes plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micras, transparente e preto em diferentes períodos de cobertura do solo (15, 30, 45 e 60 dias) para o controle eficiente das plantas daninhas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TIPOS DE PLÁSTICOS

O aquecimento do solo ocorre devido ao impedimento, pela lâmina plástica, da emissão dos comprimentos de onda longos absorvidos e da evaporação da água, modificando assim o fluxo térmico entre a superfície do solo e a atmosfera criada no processo de cobertura do solo (KATAN, 1981).

Verifica-se um maior poder de aquecimento do plástico transparente em relação ao preto (Horowitz et al., 1979; Katan, 1981; Liakatas, 1986, Rubin & Benjamin, 1983, Stevens et al., 1990) pois o mesmo permite a ocorrência do efeito estufa (Katan, 1981; Liakatas, 1986). Quando a cobertura é realizada no período mais quente do ano existe uma eficiência maior com relação a mortalidade de diásporos e plântulas (RUBIN & BENJAMIN, 1983).

O filme plástico transparente frequentemente se degrada sob exposição aos raios ultravioleta do sol (Stevens *et al.*, 1991), condição enfrentada durante a solarização no campo.

A cobertura do solo associada a alta umidade do solo, potencializa os efeitos da solarização, pois aumenta a condutividade térmica do solo, permitindo o aquecimento das camadas mais profundas (Horowitz et al., 1983; Jacobsohn et al., 1980) e aumenta a sensibilidade das sementes às altas temperaturas 49° C a 54° C nas camadas superficiais, primeiros 10 cm de profundidade (temperaturas consideradas letais a muitos fitopatógenos); nas camadas mais profundas prevalecem temperaturas sub-letais (35° C a 42° C), que alteram a população microbiana do solo (UNKNOWN, 2012).

Segundo Ghini 2001, os filmes pretos e de outras cores não são recomendados por não serem tão eficientes na elevação da temperatura do solo. A espessura do plástico tem influência sobre sua durabilidade e custo. Filmes mais espessos são mais caros, porém, podem ser reaproveitados. Plásticos utilizados em estufas podem ser usados na solarização e apresentam, como vantagem, uma maior durabilidade que os plásticos sem aditivos.

2.2 EFEITO DA SOLARIZAÇÃO

O controle de diversas doenças de plantas causadas por patógenos veiculados pelo solo foi relatado, tanto no Brasil, quanto no exterior. A redução na incidência de doenças pode durar vários ciclos da cultura sem a necessidade de repetir o tratamento de solarização.

Conforme Patrício (2008), várias doenças causadas por fitopatógenos habitantes de solo podem ser eficientemente controladas pela solarização, tais como murcha de verticillium

(causada por *Verticillium dahliae*), murcha de esclerotínia ou mofo branco (causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*), tombamento de plântulas (causado por *Rhizoctonia solani*), podridões de raízes causadas por espécies de *Phytophthora*, além de galhas e lesões em raízes causadas por nematóides como *Meloidogyne hapla*, *M. javanica*, *Tylenchulus semipenetrans*.

Além disso, a solarização faz surtir bons efeitos para as populações de algumas plantas daninhas como, por exemplo, tiririca (*Cyperus rotundus*), picão branco (*Galinsoga parviflora*), caruru (*Amaranthus spp.*), beldroega (*Portulacca oleracea*), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), mastruço (*Lepidium virginicum* L.) e capim colchão (*Paspalum plicatum*) (CRUZ, 2006).

Muitos efeitos têm sido observados, com o uso da técnica voltada para o controle de plantas daninhas, têm resultado em maior crescimento das plantas cultivadas, liberação de nutrientes do solo, controle de patógenos secundários e indução à supressividade de patógenos do solo (STAPLETON et al., 1985; STAPLETON e DEVAY, 1986, GREENBERGER et al., 1987).

Em estudos realizados no Estado do Rio de Janeiro a solarização reduziu em 59% a reinfestação pela tiririca. Nas parcelas solarizadas, houve significativo incremento das produtividades de cenoura (28%), vagem (32%), beterraba (37%) e repolho (34%). A fixação biológica do nitrogênio, a julgar pela nodulação da vagem, não foi afetada pela solarização, mas a população de nematóides do solo sofreu considerável redução (RICCI et al., 2000).

A solarização, durante dois meses, de um solo naturalmente infestado com *Pythium spp.*, em Piracicaba promoveu o controle do patógeno, de modo semelhante à aplicação de metalaxyl + mancozeb, na cultura de crisântemo. A incidência média de plantas mortas foi de 2,3% nas parcelas solarizadas; 1,0% no solo solarizado que recebeu metade da dose dos fungicidas; 9,0% com a aplicação da dose completa dos fungicidas (1 g de metalaxyl + 4,8 g de mancozeb/m²) e 38,9%, na testemunha não tratada. A solarização também promoveu o controle de plantas daninhas, avaliado através do peso da matéria seca das plantas emergentes aos 21 dias após o transplante das mudas, semelhantemente ao herbicida oxidiazon (BETTIOL; GHINI; GALVÃO, 1994).

Em Jaboticatubas, a temperatura do solo sob solarização teve um aumento médio de 4,3°C em relação à testemunha, atingindo valores superiores a 50°C em determinados horários. Observou-se, também, um acúmulo da ordem de 400 % nos teores de CO₂ na atmosfera do solo solarizado. Nessas condições houve inibição da brotação dos tubérculos e diminuição no peso de matéria seca de todas as partes estudadas da planta. Houve redução na

taxa de multiplicação dos tubérculos, reduzindo-a de 1:11 para 1:4, quando coberta no estágio vegetativo e para 1:9 quando a cobertura se realizou no estágio de florescimento. Houve, ainda, diminuição na ordem de 20% na viabilidade dos tubérculos remanescentes (KUVA; ALVES; ERASMO, 1995).

O efeito da solarização sobre a população de plantas daninhas na cultura da cenoura em São Luís, MA, reduziu a biomassa e densidade das plantas daninhas em 50% das espécies, incluindo *Cyperus* spp., *Chamaecrista nictans* var. *paraguariensis* (Chod & Hassl.) Irwin & Barneby, *Marsypianthes chamaedrys* (Vahl) O. Kuntze, *Mitracarpus* sp., *Mollugo verticillata* L., *Sebastiania corniculata* M. Arg. e *Spigelia anthelmia* L. No entanto, foi ineficaz para o controle de 40% das espécies vegetais presentes no campo. Além disso, a solarização estimulou a germinação das sementes de *Commelina benghalensis* L. O rendimento comercial da cenoura foi maior nas parcelas solarizadas do que naquelas não cobertas (MARENCO; LUSTOSA, 2000).

2.3 MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

As práticas de manejo de plantas daninhas no cultivo devem ser eficientes, econômicas e flexíveis (SILVA, et al. 2006). Um programa de controle eficiente considera, de forma geral, o sistema de manejo mais adequado e de acordo com a capacidade do produtor quanto à disponibilidade de equipamentos corretos, estabelecendo um manejo integrado com diferentes métodos de controles. Isto nas diferentes fases de cada cultura (Zanatta et al., 2006).

2.3.1 CONTROLE PREVENTIVO

As medidas de controle precisam ser, necessariamente preventivas em virtude das condições fitotécnicas predispondo a planta à infecção. Estudos revelam que as medidas de controle químico por si só podem não controlar todo o banco de sementes do solo sendo indispensável o manejo integrado (OLIVEIRA; TAVARES; DANTAS, 2001).

Desde que não ocorra infestação de uma ou mais espécies de plantas daninhas na área essa é a melhor opção. Para prevenir sua entrada e disseminação em áreas nas quais elas não ocorrem é fundamental que alguns cuidados sejam tomados: uso de sementes e mudas isentas de propágulos (sementes, rizomas, tubérculos e estolões) de plantas daninhas; utilização de esterco animal e vegetal isento de propágulos (esterco fermentado); limpeza rigorosa de

máquinas e implementos após a utilização em áreas infestadas; limpeza de margens de estradas, de cercas e de canais de irrigação; e isolamento de áreas; quarentena de animais trazidos de outras áreas para evitar que sementes e plantas daninhas possam ser disseminadas por meio de suas fezes (EMBRAPA, 2003).

2.3.2 CONTROLE CULTURAL

O controle cultural se caracteriza pela utilização de práticas que interferem diretamente nas variáveis da cultura, principalmente ao bom manejo da água e do solo (Lorenzi et al., 2014).

Segundo Fontes et al. (2003) nesse método de controle as próprias características da própria planta cultivada ou do seu processo de cultivo devem ser utilizadas, cultivares de rápido crescimento e que sombreiem a superfície do solo antes da emergência das plantas daninhas. Para isso devem ser usadas sementes e mudas de alto vigor, realizar o plantio na época recomendada, nos espaçamentos e nas densidades adequados, realizar adubações equilibradas, manejar corretamente a irrigação, adotar também o manejo integrado de pragas e doenças, a rotação de culturas e o plantio direto.

2.3.3 CONTROLE MECÂNICO

Conforme Shankle et al. (2015), o manejo de plantas daninhas deve ser eficiente, mantendo a cultura livre de plantas daninhas dentro do seu período crítico. Os métodos mecânicos englobam sulcadores, encanteiradores, cultivadores e as capinas manuais com enxada (Vieira et al., 2018).

O controle mecânico, conforme o próprio nome indica, consiste no uso de práticas de eliminação de ervas através do efeito físico-mecânico, como arranquio manual, a roçada, a inundação, a queima, a cobertura morta (LORENZI, 2014).

O arranquio manual de plantas daninhas é o mais antigo de todos os métodos, por não demandar nenhuma ferramenta. É bastante conveniente e eficiente para áreas localizadas, como gramados de jardins, pequenos canteiros de produção orgânica ou até em áreas públicas urbanas. Já a capina manual implica o uso de implementos como enxadas, enxadões, sachos ou similares. Apresenta rendimento operacional superior ao do arranquio manual, com custo inicial superior por conta da aquisição dos implementos, mas em contraponto seu rendimento

permite a adoção em pequenas áreas, em escala superior ao arranquio manual (EMBRAPA, 2018).

2.3.4 CONTROLE FÍSICO

O controle de plantas daninhas, competidoras por água, luz e nutrientes, com as plantas cultivadas é um elemento central no sistema produtivo, que implica impactos do ponto de vista econômico e também impactos sobre os seres humanos e o ambiente. O uso contínuo e indiscriminado de herbicidas tem comprometido inclusive a eficiência desse controle ao promover a seleção de espécies resistentes aos princípios ativos dos produtos aplicados (EMBRAPA, 2018)

Contudo, novas técnicas surgem em razão de novas descobertas científicas e avanços tecnológicos. O tratamento térmico com vapor foi um dos primeiros a ser adotado e, posteriormente, a solarização foi desenvolvida, onde temperaturas mais amenas são atingidas, causando alterações menos drásticas nas comunidades do solo. Recentemente, até a utilização de microondas tem sido testada na desinfestação de solos (GHINI & BETTIOL, 2001).

O fogo, como indicado aqui, não se refere à queimada, que foi e ainda é muito utilizada na limpeza de áreas de produção agrícola, principalmente, em terrenos recém-desbravados. O fogo deve ser empregado para a produção de calor que causa a destruição das estruturas celulares da planta, levando-a à morte. A principal forma é o uso de lança-chamas, portáteis ou tracionadas por trator. No controle total, não são necessários maiores cuidados, porém, a aplicação de fogo em culturas já instaladas deve ser feita dirigindo as chamas apenas para as plantas daninhas (FONTES et al., 2003).

Dos métodos de controle de plantas daninhas empregados na agricultura a solarização é considerada uma das estratégias de eficácia mais elevada, aproveitando a radiação solar abundante para promover elevação passiva de temperatura da camada mais superficial do solo a níveis letais para as sementes ou estruturas de reprodução vegetativas dessas plantas, dormentes ou não (Johnson III et al, 2007; Candido et al., 2011).

O aquecimento do solo é resultante da passagem de radiação de ondas curtas através de filmes plásticos transparentes colocados sobre a superfície do solo que aquecem a água e as partículas do solo por processo convectivo, com emissão de radiação de ondas longas que não atravessam o plástico em sentido contrário (Egley, 1990; Ham & Kluitenberg, 1994). O seu modo de ação é complexo, envolvendo ação direta da temperatura na destruição de tecidos dos propágulos (danos às membranas celulares, atividade de enzimas e no metabolismo de

proteínas), indução da superação da dormência das sementes e danos às plântulas (Singla et al., 1997), além de possíveis causas indiretas, uma delas é a formação de fissuras e pontuações no tegumento das sementes, que permite a ação de patógenos, e assim provocar infecção e morte das mesmas (Halloin, 1983; Kremer, 1986) e formação de compostos tóxicos voláteis que se acumulam sob o filme plástico que provocam injúrias nos propágulos de plantas daninhas (Gamliel & Stapleton, 1993).

A umidade do solo até que atinja a sua capacidade de campo é importante para a eficiência do tratamento, pois contribui para a condução do calor, inativando ou inibindo o crescimento de fitopatógenos e de propágulos de plantas tidas como daninhas (Souza, 1993; Ghini, 1997).

2.3.5 CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico envolve primeiramente o uso de inimigos naturais (pragas e doenças), para o controle de plantas daninhas; por extensão, também deve ser considerado como controle biológico a inibição alopatíca de plantas daninhas exercidas por outras plantas (LORENZI, 2014).

Ele consiste na supressão ou estabilização de populações de espécies nocivas de plantas, animais ou microrganismos abaixo de níveis de dano econômico ou ambiental. Dentre os agentes de biocontrole de plantas daninhas destacam-se os fitopatógenos – particularmente os fungos (EMBRAPA, 2018).

Os insetos nas fases jovem ou adulta podem atacar plantas daninhas, provocando seu enfraquecimento ou mesmo a morte. O controle biológico é altamente específico, ou seja, um agente de controle ataca apenas uma espécie ou poucas espécies dentro de um mesmo gênero de plantas. Ele deve ser altamente seletivo para que os agentes de controle não provoquem danos às plantas cultivadas (FONTES et al., 2003).

2.3.6 CONTROLE QUÍMICO

Consiste no uso de herbicidas, produtos que podem ser aplicados antes ou depois da semeadura. Em pré-plantio, tem finalidade de promover a dessecação das plantas daninhas em áreas de plantio direto (EMBRAPA, 2003). A aplicação em pré-plantio incorporado é realizada no caso dos herbicidas que precisam ser posicionados a certa profundidade por falta

de movimentação no solo ou para evitar volatilização (transformação em gases) e foto decomposição (degradação pela luz) (PUHL, 2013).

Os produtos devem ser escolhidos seguindo as recomendações técnicas, tendo em vista a eficiência, a segurança, o menor impacto ambiental e a economia (SILVA, et al. 2006). É imprescindível a supervisão constante de um profissional capacitado, desenvolvendo um programa específico para cada situação.

A aplicação em pré-emergência é feita quando os herbicidas têm ação apenas sobre as sementes ou em plantas em fase inicial de crescimento. A aplicação em pós- emergência, tanto da cultura quanto da planta daninha, têm ação de contato, quando atuam próximo ao local de absorção, ou sistêmica, quando ele se distribui por outras partes da planta, como raízes, por exemplo. As principais vantagens do seu uso são eficiência de controle, seletividade e melhor relação custo/benefício em algumas situações (EMBRAPA, 2003).

2.4 DIVERSIDADE, RIQUEZA E DOMINÂNCIA

Os estudos fitossociológicos comparam as populações de plantas daninhas através da identificação das espécies presentes na área e também daquelas que têm maior importância, levando-se em consideração alguns parâmetros de identificação e quantificação como a Diversidade, Riqueza e Dominância.

A diversidade de espécies é considerada como um aspecto favorável de comunidades naturais existindo vários índices que a quantifica, esses índices possibilitam inclusive a comparação entre os diferentes tipos de vegetação (BRAGA, 2012).

Existem índices utilizados para mensurar diversidade os quais são baseados na abundância relativa das espécies. Os mais usados são: i) Shannon-Wiener, ii) Simpson, iii) Margalef, iv) McIntosh e v) Brillouin. O índice de Shannon-Wiener assume que os indivíduos são coletados aleatoriamente de uma grande e infinita população, assumindo, também, que todas as espécies estão representadas na amostra (Magurran, 1988). Mede o grau de incerteza em prever a que espécie pertencerá um indivíduo escolhido, ao acaso, de uma amostra com S espécies e N indivíduos. Quanto menor o valor do índice de Shannon, menor o grau de incerteza e, portanto, a diversidade da amostra é baixa. A diversidade tende a ser mais alta quanto maior o valor do índice (URAMOTO; WALDER; ZUCCHI, 2005).

O Índice de dominância de Simpson mede a probabilidade de 2 (dois) indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie. Considerando-se que a comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância (CPRH, 2016).

A Diversidade de Margalef é um índice simples de diversidade considerando somente o número de espécies ($s-1$) e o logaritmo (base 10 ou natural) do número total de indivíduos, o índice de McIntosh é simples mais complexo que o índice Margalef, pois considera número total de indivíduos (N) e a o valor U , que é o raiz quadrada do somatório dos indivíduos ao quadrado de cada espécie, já o índice de Brillouin é usado em vez do índice de Shannon quando a diversidade de amostras não aleatórias ou coleções está sendo estimado (RODRIGUES, 2015).

Riqueza é a quantidade de espécies, os estimadores de riqueza fornecem a quantidade de espécies que se pode encontrar em uma área, sem levar em conta a quantidade de indivíduos por espécie (abundância) (DIAS, 2004).

Estimar a riqueza e a diversidade de espécies em ecossistemas naturais é um requisito central em pesquisas de conservação da natureza (Dorazio et al. 2006). Os métodos empregados na geração de estimativas de riqueza e diversidade de espécies são baseados na amostragem (detecção) de indivíduos (GOTELLI & COLWELL 2001).

A Dominância é um parâmetro que informa a densidade da espécie, contudo, em termos de área basal, identificando sua dominância sob esse aspecto. A dominância absoluta nada mais é do que a soma das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área. Assim, maiores valores de DoA_i e DoR_i indicam que a espécie exerce dominância no povoamento amostrado em termos de área basal por hectare (SIMÕES, 2017).

3. METODOLOGIA

O experimento foi instalado na parte externa do Prédio de Ciências Agrárias do Instituto Federal de Minas Gerais Campus São João Evangelista – MG, situado na latitude 18°30' Sul, longitude 42°45' Oeste e altitude entre 800 e 1.050m, clima quente e temperado com uma temperatura média de 20,2 °C e pluviosidade média anual é 1377 mm.

O experimento foi conduzido no período de 05 de maio a 16 julho de 2019. O solo utilizado no trabalho foi coletado em uma estufa do setor de olericultura que apresentava banco de sementes com grande diversidade de plantas daninhas (Figura 1). O solo foi peneirado para retirada dos torrões e não necessitou de correção e adubação (Tabela 1). Foram utilizadas bandejas de polietileno para acondicionamento do solo e instalação dos tratamentos. Cada bandeja possuía área de 0,20805 m² e 0,1457 m² e volume de 0,016644 m³ e 0,011656 m³.

Figura 1 – local da coleta.



(Fonte: Autora)

Tabela 1– Resultado da análise química de solo da estufa do setor de olericultura na profundidade de 0-20 cm.

pH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	MO	P-rem
H ₂ O	mg.dm ⁻³		cmol _c .dm ⁻³							%		dag.kg ⁻¹	mg.L ⁻¹
5,79	724,4	222	5,15	1,3	0	2,45	7,02	7,02	9,47	74,1	0	2,41	49,66

(Fonte: Autora)

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com arranjo fatorial 3x4, sendo três tipos de cobertura (ausência de cobertura, plástico preto e plástico transparente), filme

plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente e preto de 150 micras (μm) e 4 épocas de cobertura do solo (15, 30, 45 e 60 dias), com 4 repetições. Cada bandeja foi dividida ao meio para receber duas repetições (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Disposição das bandejas.



(Fonte: Autora)

Figura 3 – Disposição das bandejas e tratamentos.



(Fonte: Autora)

Depois da adição do solo às bandejas, o mesmo foi irrigado para atingir a capacidade de campo, logo em seguida foram instaladas as coberturas e termohigrômetros. A capacidade

de campo foi monitorada durante todo o experimento através da pesagem das bandejas, adicionando água quando necessário para o aumento da umidade até atingir a capacidade máxima de campo, com intuito de elevar a condutividade térmica do solo e estimular a germinação de propágulos de plantas daninhas, tornando-os mais sensíveis aos mecanismos de controle. Os termohigrômetros foram instalados para monitoramento da temperatura nas profundidades de 0, 4 e 8 cm, sendo colocados nas bandejas do tratamento de 60 dias (tempo final de avaliação do experimento), sendo um termohigrômetro para cada profundidade nas diferentes coberturas. Mediu-se a temperatura diariamente nos horários de 08:00, 12:00 e 16:00 horas (Apêndice 1).

A cada 15 dias após a instalação dos plásticos as coberturas foram retiradas para exposição do solo a luminosidade. Esse período de exposição foi de 20 dias para avaliar a germinação do banco de sementes. Após 20 dias de exposição dos tratamentos a luminosidade as plantas daninhas foram identificadas, quantificadas e coletadas para mensuração da massa fresca e seca da parte aérea. A massa seca foi obtida após pesagem do material acondicionado em estufa de circulação forçada de ar a 65° C por 72 horas. Com os dados de identificação e quantificação foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: riqueza, número de indivíduos, índice de diversidade de Shannon.

Os dados foram submetidos às análises de variância (teste F), regressão e teste Tukey. Avaliaram-se as premissas de normalidade dos resíduos segundo teste de Shapiro-Wilk, independência de resíduos por Durbin-Watson e aditividade por Tukey.

Testaram-se modelos de regressão polinomial de primeiro e segundo grau pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para a estimação de cada atributo. A seleção dos melhores modelos para as análises gráficas subsequentes se embasou na significância dos parâmetros pelo teste *t*, teste de falta de ajuste (*lack of fit*), menor erro padrão da estimativa percentual (S_{yx} , %) e maior coeficiente de determinação ajustado ($\bar{R}^2$). As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio dos softwares Excel® e R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018), com significâncias de 1 e 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As premissas normalidade, independência de resíduos e aditividade foram atendidas ($p > 0,01$). Foi observado efeito significativo ($p > 0,01$) da presença do plástico nos atributos número de indivíduos (Nind), Shannon, massa fresca e seca da parte aérea da comunidade de plantas daninhas. Também observou-se efeito significativo ($p > 0,01$) do tempo no atributo riqueza e interação significativa ($p > 0,05$) para a riqueza e significativa ($p > 0,01$) para a massa seca.

Tabela 2 – Resumo da análise variância dos atributos riqueza, número de indivíduos (Nind), diversidade de Shannon, massa fresca e seca de espécies de plantas daninhas germinadas após tratamento de solarização.

F.V.	G.L.	Q.M.				
		Riqueza	Nind	Shannon	Massa fresca	Massa seca
Blocos	3	1,06	1236,00	0,00	5327,00	93,15
Plástico (p)	2	10,65 ^{ns}	44319,00 ^{**}	0,13 ^{**}	338771,00 ^{**}	32832,00 ^{**}
Resíduo a	6	2,54	975,00	0,00	2418,00	377,00
CV _{exp} (a)		54,59	40,56	20,46	25,62	35,18
Tempo (t)	3	24,72 ^{**}	2315,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}	4574,00 ^{ns}	810,70 ^{ns}
p x t	6	7,70 [*]	2276,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}	9926,00 ^{ns}	1448,30 ^{**}
Resíduo b	27	2,51	3545,00	0,02	6376,00	393,60
CV _{exp} (b)		54,26	77,35	60,13	41,61	35,94

^{ns}, ^{*}, ^{**} não significativo, significativo a 5% de probabilidade e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. CV_{exp} = coeficiente de variação experimental.

(Fonte: Autora)

Foram observadas 16 espécies de plantas daninhas nos diferentes tratamentos (Tabela 3) com predominância de *Eleusine indica* L. na testemunha; *Urochloa decumbens* Stapf e *Eleusine indica* L. no plástico branco; e *Digitaria horizontalis* Willd, LORENZI, (2014), no plástico preto. A predominância de espécies gramíneas nos tratamento com plásticos deve ser atribuído a elevação da temperatura nesses ambientes. Foram observadas temperatura médias na superfície do solo para a testemunha de 32,8 °C; plástico branco de 34 °C; e plástico preto de 35,4 °C (Apêndice 1). Para as profundidades de 4 cm e 8 cm também foram observadas temperaturas médias superiores a 30 °C (Apêndice 1). As temperaturas propostas para germinação das sementes de espécies gramíneas baseadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992) são: *Eleusine indica* 20 a 30 °C, *Urochloa decumbens* 20 a 35 °C, *Digitaria horizontalis* e 20 a 35 °C. Aos 60 dias após a instalação do experimento não foi observada germinação de plantas daninhas (Tabela 3), fato que comprova a eficiência do método em suprimir a presença de plantas indesejáveis nas áreas de cultivo.

Tabela 3 – Espécies de plantas daninhas germinadas após aplicação da solarização com diferentes coberturas de plástico.

Plantas daninhas	----- Plásticos -----											
	Branco				Preto				Testemunha			
	----- Tempo -----											
	15	30	45	60	15	30	45	60	15	30	45	60
Azedinha (<i>Oxalis corniculata</i> L.)	2	0	0	0	4	16	5	0	0	3	0	0
Botão de ouro (<i>Galisonga parviflora</i> Cav.)	0	0	0	0	0	6	0	0	2	0	2	0
Capim brachiaria (<i>Urochloa decumbens</i> Stapf)	5	162	548	639	0	0	0	0	4	4	0	0
Capim colchão (<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.)	0	103	0	0	13	8	131	0	0	140	0	252
Capim pé de galinha (<i>Eleusine indica</i> L.)	323	90	0	0	38	14	0	0	192	263	280	1
Caruru (<i>Amaranthus deflexus</i> L.)	12	2	0	0	4	4	24	0	32	19	14	0
Caruru de mancha (<i>Amaranthus viridis</i> L.)	0	0	0	0	8	28	0	0	0	0	0	0
Joá de capote (<i>Nicandra physalodes</i> L.)	0	1	0	0	1	5	0	0	0	0	5	0
Macela (<i>Gamochaeta coarctata</i> Willd.)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Mastruço (<i>Coronopus didymus</i> L.)	0	0	0	0	5	12	9	0	6	1	3	1
Mentrasto (<i>Ageratum conyzoides</i> L.)	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0
Serralha (<i>Sonchus oleraceus</i> L.)	0	0	0	0	1	0	3	0	1	0	0	0
Tiririca (<i>Cyperus rotundus</i> L.)	1	154	0	0	0	11	0	0	37	4	0	0
Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Trevo (<i>Oxalis latifolia</i> Kunth)	2	0	1	0	3	0	0	0	0	6	5	0
Trapoeraba (<i>Commelina benghalensis</i> L.)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autora

Foi observado maior variação de riqueza de espécies presentes nos tratamentos que receberam cobertura do plástico preto. Após o tratamento de 30 dias observou-se 6,5 espécies.bandeja⁻¹ e aos 60 dias não houve germinação (Tabela 4). Aos 30 dias a cobertura total do solo proporcionada pelo plástico preto auxiliou na germinação de sementes fotoblásticas negativas, espécies que necessitam de limitação luminosa para que ocorra o processo germinativo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989) e aos 60 dias o maior período de cobertura impediu a germinação do banco de sementes.

Tabela 4 – Médias dos atributos riqueza, número de indivíduos (Nind), diversidade de Shannon, massa fresca e seca de espécies de plantas daninhas germinadas após tratamento de solarização.

Tempo (dias)	----- Plásticos -----					
	Branco		Preto		Testemunha	
	----- Riqueza -----					
15	4,00	Aa	4,00	Aa	4,00	Aa
30	2,00	Ab	6,50	Aa	3,25	Ab
45	1,25	Ab	4,25	Aa	3,00	Aab
60	1,00	Aa	0,00	Ba	1,75	Aa
	----- Massa seca, g/bandeja -----					
15	46,46	Ab	19,66	Ab	90,03	Ba
30	52,31	Aa	9,94	Ab	73,10	Ba
45	65,55	Ab	16,65	Ac	107,28	ABa
60	43,83	Ab	0,00	Ac	137,57	Aa
Nind	128,00	a	22,88	c	80,06	b
Shannon	0,29	a	0,12	b	0,24	a
Massa fresca	207,12	b	39,38	c	329,21	a

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não se diferenciam pelo teste Tukey a 5% de significância.
(Fonte: Autora)

As gramíneas tradicionais de áreas de cana colhida queimada tiveram pouco destaque, no trabalho de Kuva et al., 2007, o índice de Shannon (H) de diversidade de espécies das comunidades variou de 0 a 1,61, no presente trabalho variou de 0,12 a 0,29, demonstrando menor diversidade de plantas no estudo.

Resultados evidenciaram a eficiência da solarização no controle de *Pythium spp.*, além do efeito sobre a incidência da doença, o método controlou efetivamente, as plantas daninhas, quando avaliado o peso de matéria seca dessas plantas aos 21 dias do transplante das mudas, comparando com outros métodos (BETTIOL et al., 1994).

Para o acúmulo de massa seca foi observado aos 60 dias na testemunha 137,57 g.bandeja⁻¹, no plástico branco 43,83 g.bandeja⁻¹ e no plástico preto 0,0 g.bandeja⁻¹ (Tabela 4). A redução no acúmulo foi de 100 % para o plástico preto e 68,1 % para o plástico branco. A cobertura do solo alterou as condições do ambiente dificultando a germinação do banco de sementes. A não cobertura do solo na testemunha proporcionou condições ideais para o desenvolvimento das plantas daninhas desde o início do trabalho.

Kuva et al. (1995) investigaram a influência da solarização no controle de *C. rotundus* por meio da interação em períodos de 15, 30 ou 60 dias e nas fases de desenvolvimento vegetativo e florescimento. A cobertura do solo com filme plástico transparente (300 µm) possibilitou elevar a temperatura média do solo em 4,3 °C acima do solo nu, com registros acima de 50 °C nos momentos de maior insolação. A solarização reduziu a massa seca de

plantas, a viabilidade e a multiplicação de tubérculos, sobretudo durante a fase vegetativa e no maior período de solarização, evidenciando maior suscetibilidade da espécie nesta fase do desenvolvimento corroborando com as observações do presente trabalho para plástico branco e plástico preto (Tabela 3).

Marenco e Lustosa (2000) investigaram o controle de plantas daninhas com solarização em cultivo de cenoura (*Daucus carota*), onde foram empregados filmes de polietileno transparente de 100 e 150 μm por 63 dias com pico de temperatura de 52 °C em 5 cm de profundidade, 10 °C acima do solo da superfície. Aos trinta dias após a retirada da cobertura plástica os autores constataram redução de massa seca e de densidade das espécies *Chamaecrista nictans*, *Marsypianthes chamaedrys*, *Cyperus spp.*; *Mollugo verticillata*, *Sebastiania corniculata*, *Spigelia anthelmia* e *Mitracarpus sp.* As plantas daninhas *Panicum hirtum*, *Croton lobatus*, *Indigofera hirsuta*, *Phyllanthus amarus* e *Eragrostis ciliaris* foram tolerantes. O número e a massa de *Commelina benghalensis* foi estimulada pelo aquecimento do solo.

Em estudo de solarização para controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) PUHL, 2013 avaliou o efeito do plástico transparente sobre o desenvolvimento da planta daninha, observou inibição da brotação dos tubérculos e diminuição no peso de matéria seca de todas as partes estudadas da planta.

Constatado o efeito da interação entre os plásticos e o tempo pela análise de variância, procedeu-se com a regressão (Tabela 5). As equações contidas nesta tabela não apresentaram falta de ajuste ($p > 0,01$), denotando adequabilidade do modelo linear de primeiro grau para elucidar o comportamento dos atributos riqueza de espécies e massa seca da população de plantas daninhas. Todos os parâmetros das equações foram significativos pelo teste t ($p \leq 0,05$).

Tabela 5 – Equações selecionadas para a estimativa dos atributos riqueza de espécies e massa seca da população de plantas daninhas submetidas a tratamento de solarização em função do tempo (t), em dias.

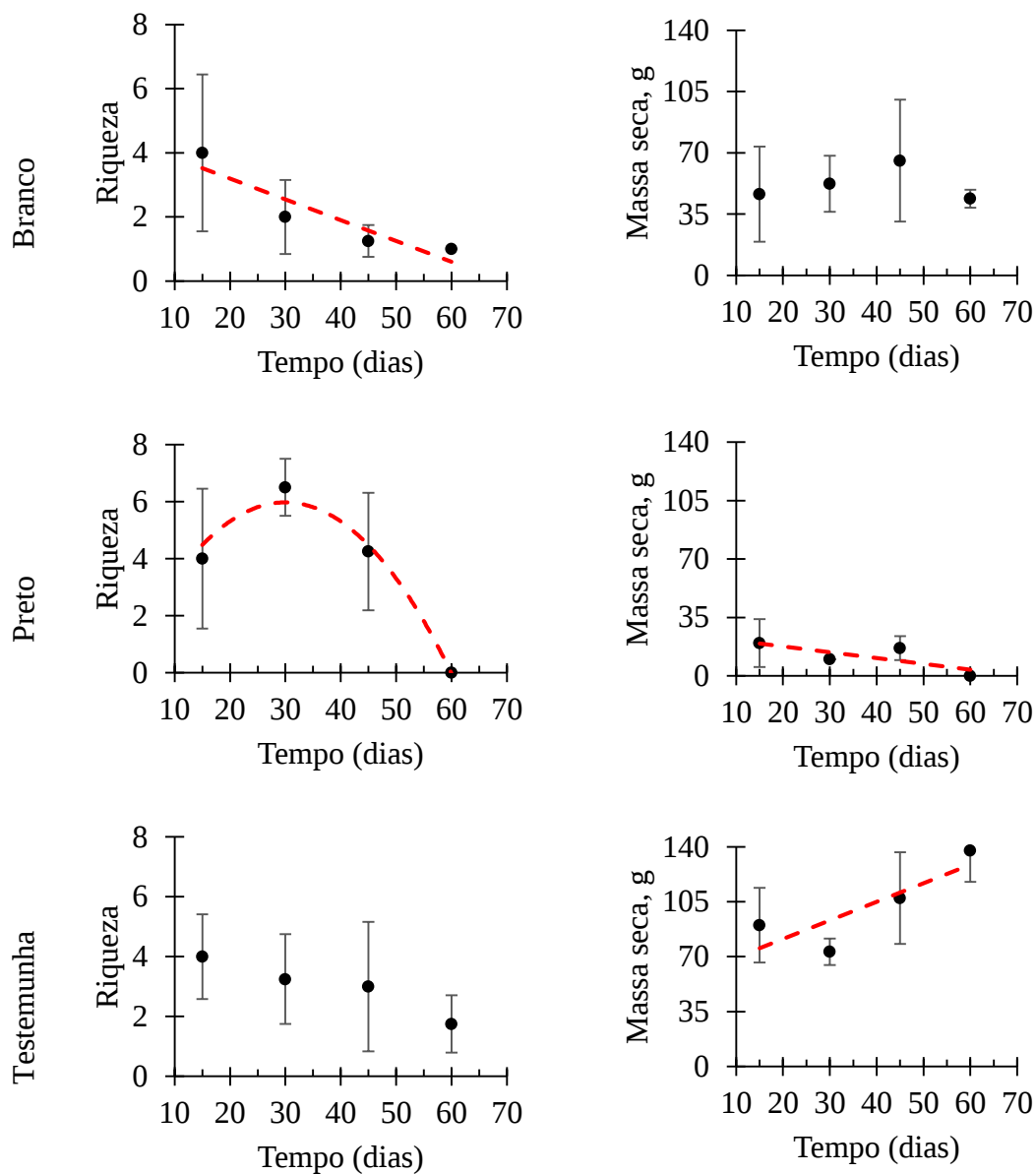
Plástico	Equação	S_{YX} (%)	$\bar{R}^2$
Branco	$Riqueza = 4,5000^{**} - 0,0650^{**}t$	1,3608	0,3819
Preto	$Riqueza = 0,3985^{**}t - 0,0066^{**}t^2$	13,6015	0,8787
Testemunha	$\bar{Y} = 3$ espécies		
Branco	$\bar{Y} = 52,0363$ g		
Preto	$Massa\ seca = 24,6300^{**} - 0,3485^{*}t$	9,0237	0,2757
Testemunha	$Massa\ seca = 57,7975^{**} + 1,1786^{**}t$	24,6641	0,3821

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t. S_{YX} = erro padrão. $\bar{R}^2$ = coeficiente de determinação ajustado.

(Fonte: Autora)

Assumindo a dificuldade em se estabelecer uma relação funcional para representar aspectos biológicos relacionado a banco de sementes do solo, a precisão das equações foi considerada satisfatória. O erro padrão da estimativa oscilou de 1,36 a 24,66% e os coeficientes de determinação ajustado variaram de 0,28 a 0,88. Menores erros padrões da estimativa não necessariamente tiveram associados a maiores coeficientes de determinação ajustado; a equação de riqueza no que se refere ao plástico branco apresentou S_{YX} de 1,36% e $\bar{R}^2$ de 0,38. Apenas as regressões relacionadas aos tratamentos testemunha e plástico branco não foram significativas para as variáveis riqueza e massa seca, respectivamente (Gráfico 1).

Gráfico 1– Representação dos atributos riqueza de espécies e massa seca da população de plantas daninhas submetidas a tratamento de solarização em função do tempo (t), em dias.



(Fonte: Autora)

5. CONCLUSÕES

A cobertura do solo com plástico preto de polietileno de 150 micras pelo período de 60 dias inviabiliza a germinação do banco de sementes.

As temperaturas elevadas em torno de 35 °C a 40 °C na superfície do solo no período do trabalho favoreceram a germinação de gramíneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do estado de Minas Gerais. Informe Agropecuário, v. 12, n. 138, p. 9-13, 1986.

BAPTISTA, M. J. et al. Efeito da solarização e biofumigação na incidência da murcha bacteriana em tomateiro no campo. Hortic. Bras., v. 24, n. 2, p. 161-165, 2006.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.a.h.. **SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE DE PYTHIUM E PLANTAS DANINHAS EM CULTURA DE CRISÂNTEMO**. 1994. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90161994000300013&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 29 jul. 2019.

BRAGA Pedro. Interpretação dos Índices de Diversidade obtidos em Levantamento Fitossociológico. Cintec, Mata Nativa. Inventario Florestal. 2012. Disponível em: <http://www.matanativa.com.br/br/publicar-artigo/entry/interpretacao-dos-indices-de-diversidade-obtidos-em-levantamento-fitossociologico>. Acesso em: 14 ago. 2019

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, 1992.

CANDIDO, V.; D'ADDABBO, T.; MICCOLIS, V.; CASTRONUOVO, D. Weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce. **Scientia Horticulturae**, v.130, n. 3, p. 491-497, 2011.

CLIMATE-DATA.ORG: CLIMA SÃO JOÃO EVANGELISTA. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/sao-joao-evangelista-175926/>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

CRUZ, Juliana Cristina Sodário; SILVA, Marcelo de Almeida. **SOLARIZAÇÃO DE SOLOS, UMA OPÇÃO PARA O MANEJO DE CULTURAS NA AGRICULTURA FAMILIAR**. 2006. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/aces/0se-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-janeiro-junho/218-solarizacao-de-solos-uma-opcao-para-o-manejo-de-culturas-na-agricultura-familiar/file.html?force_download=1>. Acesso em: 09 jul. 2019.

CPRH. **Diagnóstico dos Ecossistemas Terrestres Análise Sazonal**. 2016. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/arquivos_anexo/08092016/Volume%206%20Diagn%C3%B3stico%20dos%20Ecossistemas%20Terrestres%20-%20An%C3%A1lise%20Sazonal.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

DIAS, Sidclay Calaça. **Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação**. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/247915312_Planejando_estudos_de_diversidade_e_riqueza_uma_abordagem_para_estudantes_de_graduacao__DOI_104025actasciobiolsciv26i41511>. Acesso em: 14 ago. 2019.

Dorazio RM, Royle JA, Söderström B, Glimskär A (2006) Estimating species richness and accumulation by modeling species occurrence and detectability. *Ecology* 87: 842–854.

EGLEY, G. H. High temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. **Weed Science**, v. 38, n. 4-5, p. 429-435, 1990.

EMBRAPA. **Documentos 103 Manejo Integrado de Plantas Daninhas**. 2003. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/27986/1/doc_103.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

EMBRAPA. **Controle de Plantas Daninhas**. Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103281/controle-de-plantas-daninhas-metodos-fisico-mecanico-cultural-biologico-e-alelopatia>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; NEVES, J. L.; JÚLIO L. de.; FILHO J. S.. Manejo integrado de plantas daninhas. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2003. 48 p.— Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 103) 1. Planta daninha – m*anejo. 2. Impacto ambiental. 3. Agricultura sustentável. I. Neves, Jonas Lopes. II. Título. III. Série

GAMLIEL, A.; STAPLETON, J. J. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. **Phytopathology**, v. 83, n. 9, p. 899-905, 1993.

GHINI, Raquel. **SOLARIZAÇÃO DO SOLO**. 2001. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Ghini_solarizacaoIDVArAMJxNVp.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2019.

Ghini, R; Bettiol, W. Controle físico. In: Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. (Eds.) Manual de fitopatologia: princípios e conceitos. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. V.1, p.786-803.

GIRALDI, João. **Manejo integrado de plantas daninhas é importante aliado no combate às perdas na lavoura**. 2017. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/noticias/manejo-integrado-de-plantas-daninhas-e-importante-aliado-no-combate-as-perdas-na-lavoura>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

Gotelli NJ, Colwell RK (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4, 379–391.

GREENBERGER, A.; YOGEV, A.; KATAN, J. Induced suppressiveness in solarized soils. *Phytopathology*, Lancaster, v.77, p. 1663-1667, 1987.

HALOIN, J. M. Deterioration resistance mechanisms in seeds. **Phytopathology**, v. 73, n. 2, p. 335-339, 1983.

HAM, J. M.; KLUITENBERG, G. J. Modeling the effect of mulch optical properties and mulchsoil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. **Agriculture and Forest Meteorology**, v. 71, n. 3-4, p. 403-424, 1994.

HOROWITZ, M.; REGEV, Y.; GIVELBERG, A. A plastic mulch as a method of weed control. In: CONFERENCE OF THE WEED SCIENCE SOCIETY OF ISRAEL, 7, 1979. Abstracts. Apud *Phytoparasitica*, v. 7, n. 2, p. 142, 1979.

HOROWITZ, M.; REGEV, Y.; HERZLINGER, G. Solarization for weed control. *Weed Science*, Champaign, v. 31, p. 170-179, 1983.

JOHNSON III, W. C.; DAVIS, R. F.; MULLINIX, B. G. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in southeastern coastal plains. **Crop Protection**, v. 26, p. 1660-1666, 2007.

JACOBSON, R.; GRENNBERGER, A.; KATAN, J.; LEVI, M.; ALON, H. Control of Egyptian broomrape (*Orobancha aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching. *Weed Science*, Champaign, v. 28, p. 312-315, 1980.

KATAN, J. Soil solarization. In: CHET, I., ed. **Innovative approaches to plant disease control**. New York: John Wiley & Sons, 1987. cap.4, p.77-105.

KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, v.66, p.683-688, 1976.

KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 19, p. 211-236, 1981

KATAN, J., GRINSTEIN, A., GREENBERGER, A., YARDEN, A., DEVAY, J.E. The first decade (1976-1986) of soil solarization (solar heating): a chronological bibliography. *Phytoparasitica*, v.15, p.229-55, 1987.

KATAN, J. & DeVAY, J.E. Soil solarization. Boca Raton, CRC Press, 1991. 267p.

KREMER, R. J. Antimicrobial activity of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds. **Weed Science**, v. 34, n. 4, p. 617-622, 1986.

KUVA, Marcos A. et al. **EFEITOS DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO ATRAVÉS DE PLÁSTICO TRANSPARENTE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA TIRIRICA (*Cyperus rotundus*)**. 1995. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83581995000100005&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 29 jul. 2019.

KUVA, Marcos A. et al. **FITOSSOCIOLOGIA DE COMUNIDADES DE PLANTAS DANINHAS EM AGROECOSSISTEMA CANA-CRUA**. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pd/v25n3/09.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2019.

LIAKATAS, A.; CLARK, J.A.; MONTEITH, J.L. Measurements of the heat balance under plastic mulches. Part 1. Radiation balance and soil heat flux. *Agricultural Forestry M.*

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2014.

MARENCO, Ricardo Antonio; LUSTOSA, Denise Castro. **Solarização do solo para o controle de plantas daninhas na cultura de cenoura**. 2000. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5990>>. Acesso em: 29 jul. 2019.

MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press, 1988.

MATEUS GP; CRUSCIOL CAC; NEGRISO E. 2004. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39: 539-542.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. New York: Pergamon Press, 1989. 270p.

OLIVEIRA, Sônia Maria Alves de; TAVARES, Selma Cavalcanti Cruz de Holanda; DANTAS, Suzana Alencar Freire. **DIAGNOSE E MANEJO DE DOENÇAS DAS FRUTEIRAS TROPICAIS NO NORDESTE BRASILEIRO**. 2001.. Disponível em: <<http://www.agrisustentavel.com/doc/ebooks/protegido.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2019.

PATRÍCIO, F.R.A; SINIGAGLIA, C. **É tempo de solarizar**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_1/solarizacao/index.htm>. Acesso em: 09 jul. 2019

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

PUHL, Alexandre Luís. **SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE ALTERNATIVO DE PLANTAS DANINHAS**. 2013. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/281>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2018.

RICCI et al. **EFEITOS DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO NA DENSIDADE POPULACIONAL DA TIRIRICA E NA PRODUTIVIDADE DE HORTALIÇAS SOB MANEJO ORGÂNICO**. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000001100008>. Acesso em: 29 jul. 2019.

RODRIGUES, W.C., 2015. DivEs - Diversidade de Espécies v3.0 - Guia do Usuário. Entomologistas do Brasil. 33p. Disponível em: <<http://dives.ebras.bio.br/DivEsUserGuidev3.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019

RUBIN, B.; BENJAMIN, A. Solar heating of the soil effects on weed control and soil-incorporated herbicides. Weed Science, Champaign, v. 31, p. 819-824, 1983.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.
SILVA, A. C.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA L. R. Manejo Integrado De Plantas Daninhas Em Hortaliças. Pesquisa e Tecnologia, vol. 3, n.2, Jul - Dez 2006.

SIMÕES, Marcelo Christovam. **Cálculo e Interpretação da Estrutura Horizontal da Floresta**. 2017. Disponível em: <<http://www.matanativa.com.br/blog/author/marcelo/>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

SINGLA, S. L.; PAREEK, A.; GROVER, A. High temperature. In: PRASAD, M. N. V. (Ed.). **Plant Ecophysiology**. New York: John Wiley, 1997. p. 101-127.

STAPLETON, J.J.; QUICK, J.; DEVAY, J.E. Soil solarization: effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. *Soil Biology and Biochemistry*, Oxford, v.17, p.369-377, 1985.

STAPLETON, J.J.; DEVAY, I.E. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crop Protection*, Guildford, v.5, p.190-198, 1986.

STIVENS, C.; KHAN, V.A.; OKORONKWO; TANG, A. G.; WILSON, M.A.; LU, J. Soil solarization and dacthal: Influence on weeds, growth, and root microflora of Collards. *Horticultural Science, Calcutta*, v. 25, n. 10, p. 1260-1262, 1990.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; BROWN, J.E.; HOCHMUTH, G.J.; SPLITTSTOESSER, W.E.; GRANBERRY, D.M. Plastic chemistry and technology as related to plasticulture and solar heating of soil. In: KATAN, J., DeVAY, J.E. (Eds.) *Soil solarization*. CRC Press, Boca Raton, FL, p.23-37, 1991.

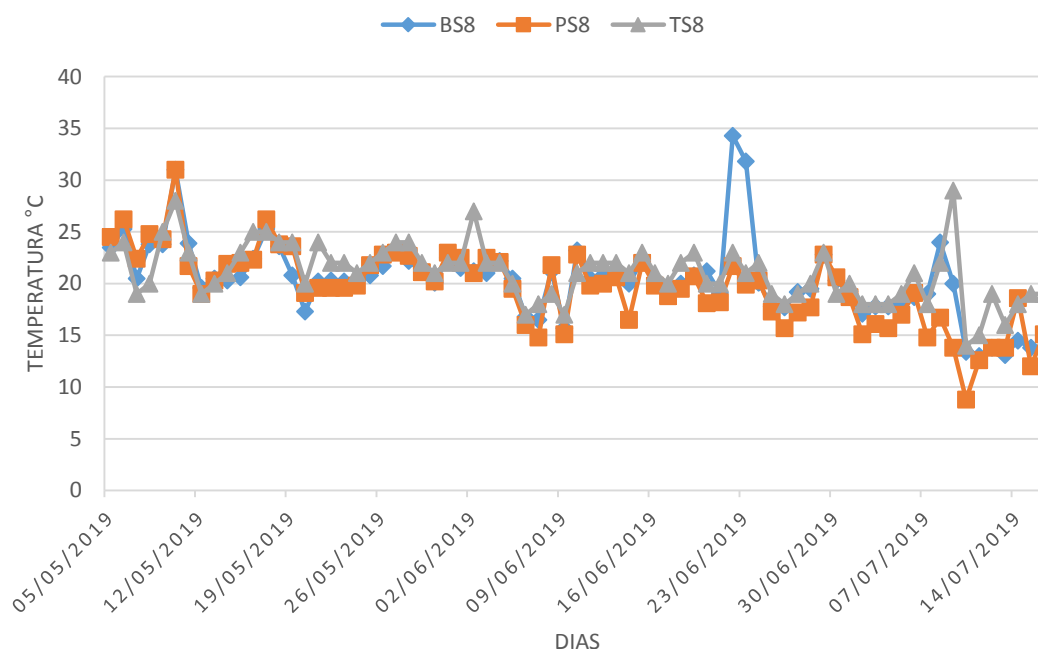
UNKNOWN. **O QUE É SOLARIZAÇÃO DE SOLOS**. 2012. Disponível em: <<http://terradaagricultura.blogspot.com/2012/12/o-que-e-solarizacao-de-solos.html?view=flipcard>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

URAMOTO, Keiko; WALDER, Julio M.m.; ZUCCHI, Roberto A.. **ECOLOGY, BEHAVIOR AND BIONOMICS: Análise Quantitativa e Distribuição de Populações de Espécies de Anastrepha (Diptera: Tephritidae) no Campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP**. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ne/v34n1/23382.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

ZANATTA, J. F.; FIGUEREDO, S.; FONTANA, L. C.; PROCÓPIO, S. O. WEED INTERFERENCE IN VEGETABLE CROPS. *Revista da FZVA*. Uruguaiana, v.13, n.2, p. 39-57. 2006.

APÊNDICE A – TEMPERATURAS DAS SUPERFÍCIES, 4 E 8 CM ÀS 08:00, 12:00 E 16:00 HORAS NAS DIFERENTES COBERTURAS DO SOLO NO PERÍODO DE 05/05/19 A 16/07/19.

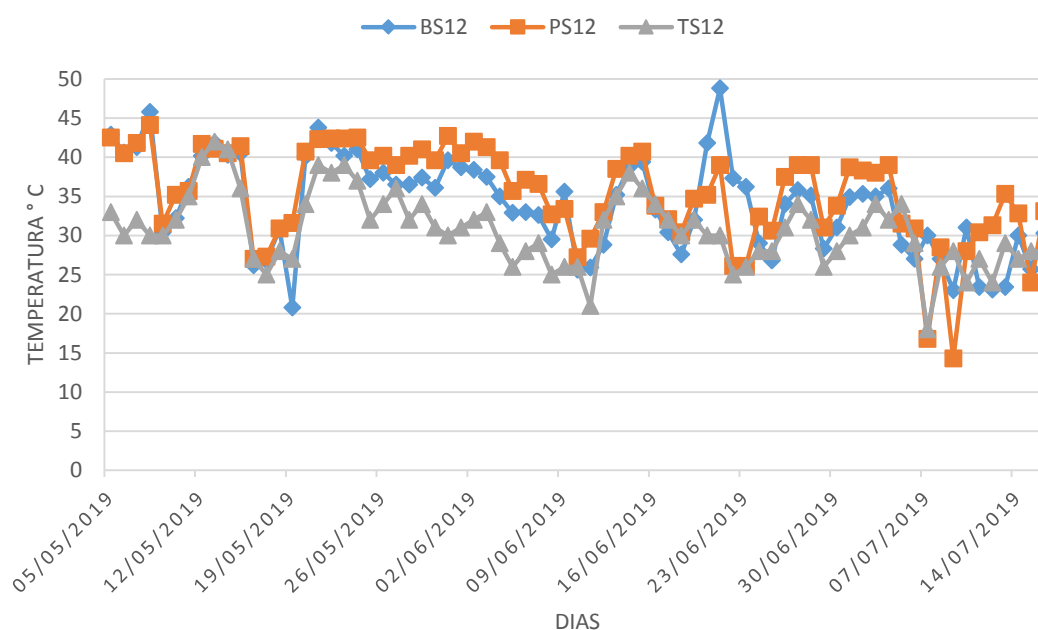
Gráfico 1– Temperaturas das superfícies às 08:00 horas da manhã nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BS8: cobertura com plástico branco às 08:00 horas; PS8: cobertura com plástico preto às 08:00 horas; TS8: testemunha sem cobertura às 08:00 horas.

(Fonte: Autora)

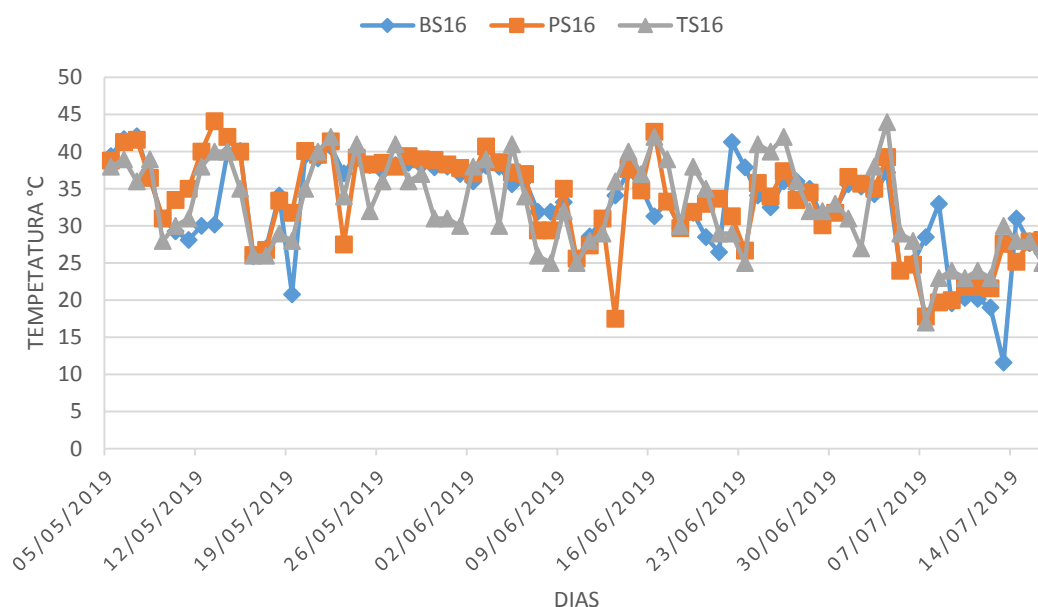
Gráfico 2 – Temperaturas das superfícies às 12:00 horas da manhã nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BS12: cobertura com plástico branco às 12:00 horas; PS12: cobertura com plástico preto às 12:00 horas; TS12: testemunha sem cobertura às 12:00 horas.

(Fonte: Autora)

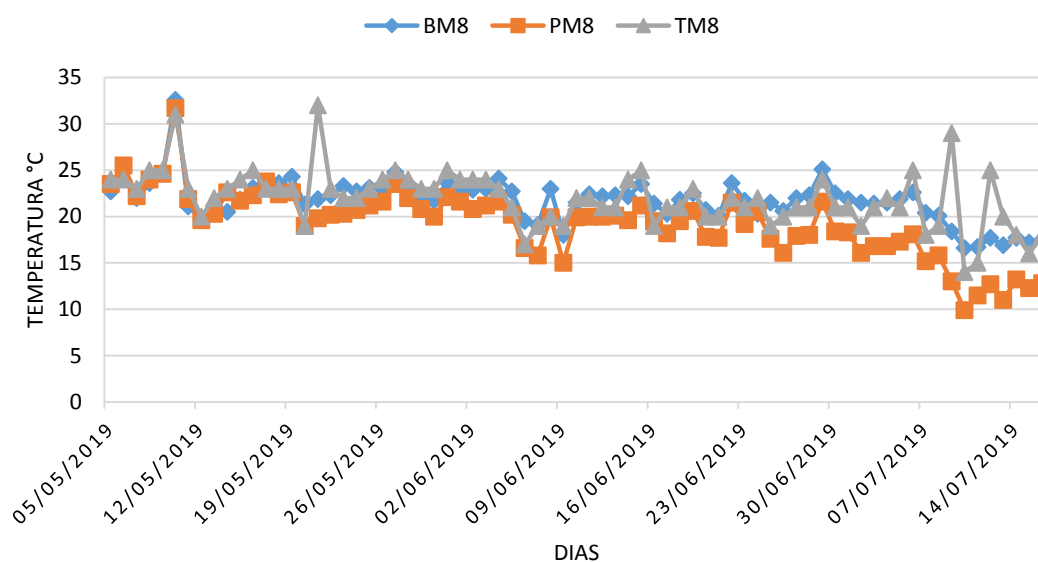
Gráfico 3 – Temperaturas das superfícies às 16:00 horas da tarde nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BS16: cobertura com plástico branco às 16:00 horas; PS16: cobertura com plástico preto às 16:00 horas; TS16: testemunha sem cobertura às 16:00 horas.

(Fonte: Autora)

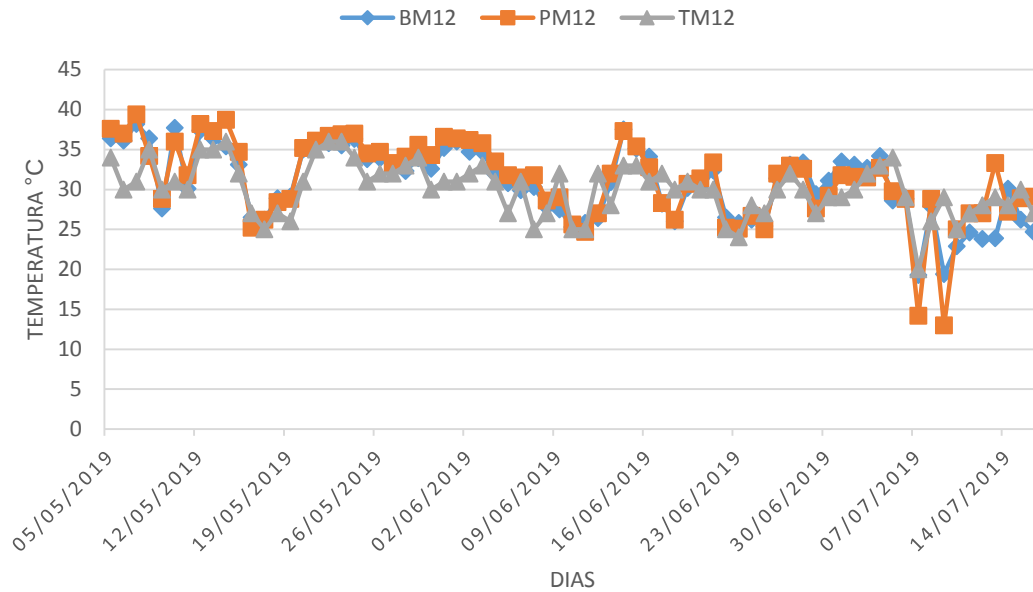
Gráfico 4 – Temperaturas das profundidades de 4 cm às 08:00 horas da manhã nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BM8: cobertura com plástico branco às 08:00 horas; PM8: cobertura com plástico preto às 08:00 horas; TM8: testemunha sem cobertura às 08:00 horas.

(Fonte: Autora)

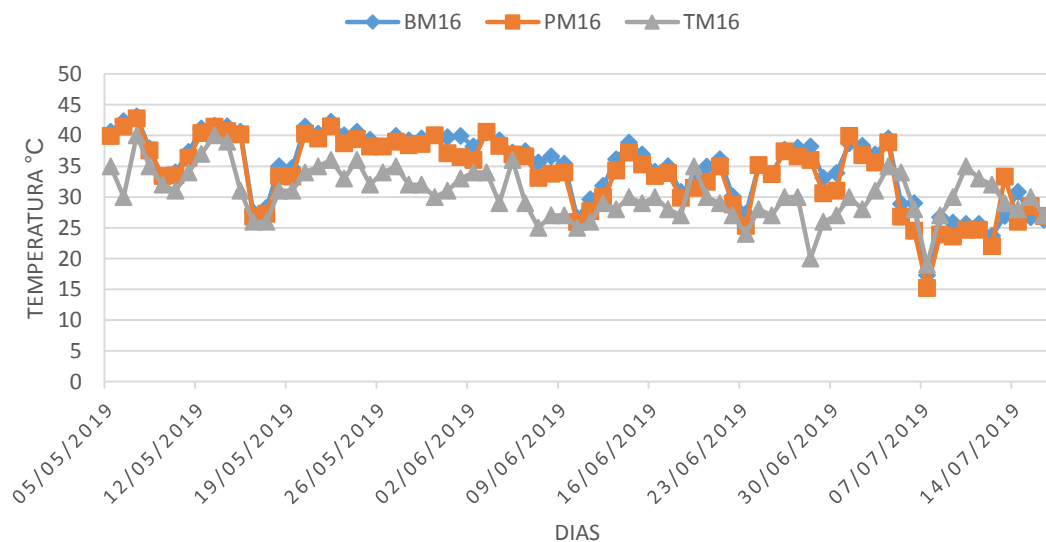
Gráfico 5 – Temperaturas das profundidades de 4 cm às 12:00 horas da manhã nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BM12: cobertura com plástico branco às 12:00 horas; PM12: cobertura com plástico preto às 12:00 horas; TM12: testemunha sem cobertura às 12:00 horas.

(Fonte: Autora)

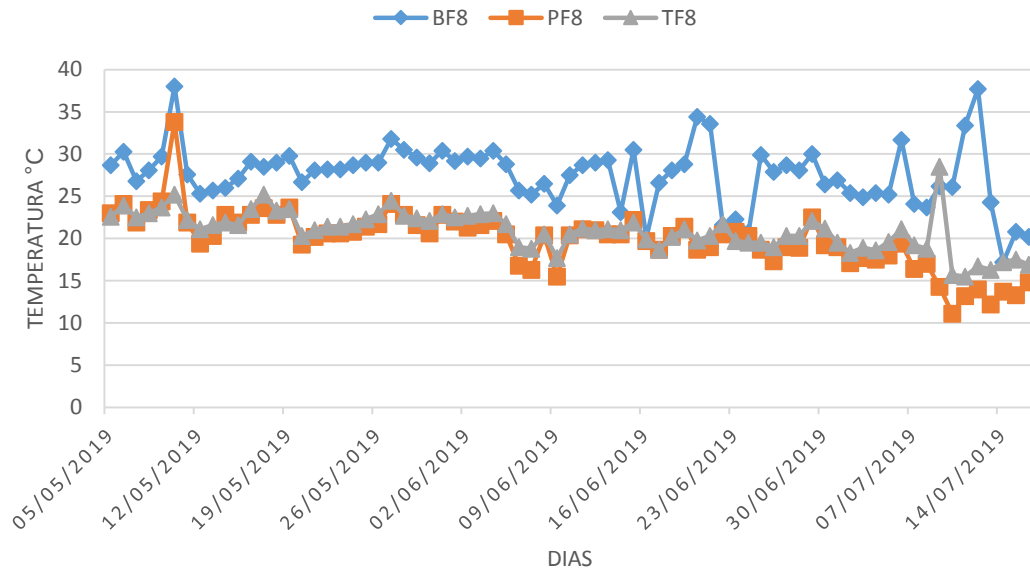
Gráfico 6 – Temperaturas das profundidades de 4 cm às 16:00 horas da tarde nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BM16: cobertura com plástico branco às 16:00 horas; PM16: cobertura com plástico preto às 16:00 horas; TM12: testemunha sem cobertura às 16:00 horas.

(Fonte: Autora)

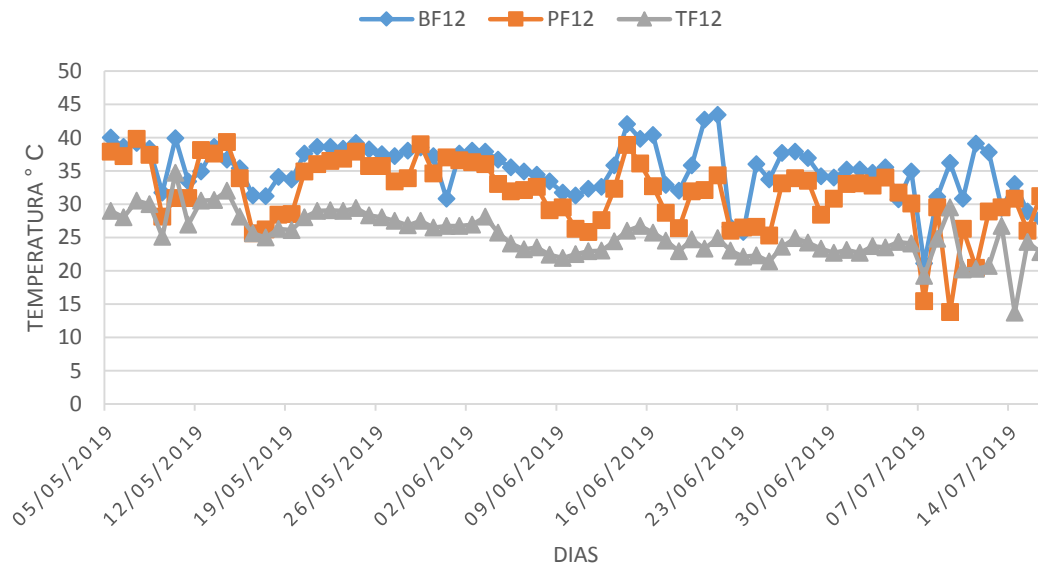
Gráfico 7 – Temperaturas das profundidades de 8 cm às 08:00 horas da manhã nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BF8: cobertura com plástico branco às 08:00 horas; PF8: cobertura com plástico preto às 08:00 horas; TF8: testemunha sem cobertura às 08:00 horas.

(Fonte: Autora)

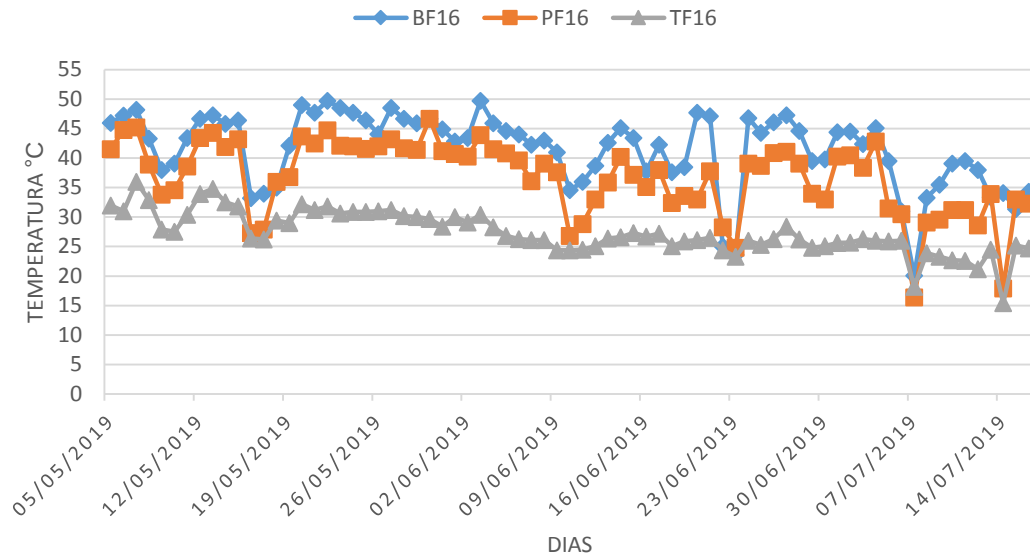
Gráfico 8 – Temperaturas das profundidades de 8 cm às 12:00 horas da manhã nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BF12: cobertura com plástico branco às 12:00 horas; PF12: cobertura com plástico preto às 12:00 horas; TF12: testemunha sem cobertura às 12:00 horas.

(Fonte: Autora)

Gráfico 9 – Temperaturas das profundidades de 8 cm às 16:00 horas da tarde nas diferentes coberturas do solo no período de 05/05/19 a 16/07/19.



BF16: cobertura com plástico branco às 16:00 horas; PF16: cobertura com plástico preto às 16:00 horas; TF16: testemunha sem cobertura às 16:00 horas.
(Fonte: Autora)