

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
GUSTAVO DANTAS SILVA

MULCHING E ADUBAÇÃO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM LAVOURA
CAFEIRA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

Monte Carmelo
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
GUSTAVO DANTAS SILVA

MULCHING E ADUBAÇÃO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM LAVOURA
CAFEIRA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Gleice Aparecida de Assis

Monte Carmelo
2020

GUSTAVO DANTAS SILVA

MULCHING E ADUBAÇÃO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA EM LAVOURA
CAFEEIRA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, 12 de novembro de 2020.

Banca Examinadora

Prof.^a Dr.^a Gleice Aparecida de Assis
Orientadora

Prof. Dr Eusímio Felisbino Fraga Junior
Membro da Banca

Prof. Dr. Osvaldo Rettore Neto
Membro da Banca

Monte Carmelo
2020

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado essa oportunidade, saúde e persistência para superar todos os desafios que encontrei ao longo dessa jornada.

Aos meus pais Lindomar Antônio da Silva e Rita Cassia Dantas Silva e minha irmã Amanda Dantas Silva, pelo amor incondicional, que são minha fonte de inspiração e sempre me apoiaram e me ajudaram a crescer.

A minha namorada Hanna Eduarda Nunes Sugawara, pelo amor, companheirismo, consideração e por toda sua ajuda na condução do projeto.

A meus professores e orientadores Prof.^a Dra. Gleice Aparecida de Assis, Prof.^a Dr. Eusímio Felisbino Fraga Junior e Prof.^a Dr. Osvaldo Rettore Neto pela amizade, apoio e contribuição para o meu desenvolvimento durante esses anos.

Aos meus colegas Marco Iony dos Santos Fernandes, Deyvid da Silva Gallet e demais colegas que me auxiliaram na condução do projeto.

Aos grupos de pesquisa NECACER – Núcleo de estudos em cafeicultura do cerrado e CinCi – Centro de inteligência em Cultivos Irrigados.

À Universidade Federal de Uberlândia - *Campus* Monte Carmelo, pela contribuição para a minha formação profissional e pessoal.

A todos vocês que contribuíram para a construção deste trabalho.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO	8
3 REVISÃO DE LITERATURA	8
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Área experimental e tratamentos	11
4.2 Características avaliadas.....	15
4.3 Análise dos dados	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 Características Biométricas	19
5.2 Temperatura do solo	21
5.3 Teor de clorofila	22
5.4 Monitoramento da tensão de água no solo	24
6 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

A cafeicultura brasileira vem se desenvolvendo cada vez mais, principalmente no estado de Minas Gerais que apresenta maior produção e área plantada com a cultura no país. Diante do desenvolvimento da cafeicultura, novas tecnologias estão surgindo para aumentar a rentabilidade financeira da lavoura e reduzir os impactos ambientais decorrentes da exploração agrícola. Neste contexto, o *mulching* vem sendo pesquisado na cultura do cafeeiro por contribuir no controle das plantas daninhas e conseqüentemente reduzir o uso de herbicidas na lavoura. O objetivo com a realização desse trabalho foi avaliar os parâmetros fitotécnicos do cafeeiro irrigado, temperatura do solo e tensão de água no solo em função do uso de *mulching* e adubação de liberação controlada. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia - *Campus* Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais, com a cultivar IPR 100, no delineamento em blocos casualizados com quatro blocos. Cada parcela foi composta com 10 plantas, sendo útil as 6 plantas centrais. O experimento apresentou, no total, 24 parcelas e 144 plantas úteis. Foram testados os seguintes tratamentos: T1 - *mulching* dupla face branco/preto com adubo convencional; T2 - *mulching* dupla face branco/preto com adubo de liberação controlada; T3 - *mulching* dupla face prata/preto com adubo convencional; T4 - *mulching* dupla face prata/preto com adubo de liberação controlada; T5 - Sem *mulching* com adubo convencional; T6 - Sem *mulching* com adubo de liberação controlada. Foram realizadas avaliações de crescimento, teor de clorofila, temperatura do solo e tensão de água no solo. Não houve diferença entre os tratamentos para os parâmetros de crescimento, teor de clorofila e tensão de água no solo. Entretanto, a utilização de *mulching* na coloração prata proporcionou aumento na temperatura do solo em relação aos demais tratamentos, havendo um acréscimo de 2,3 °C; 2,0 °C e 3,3 °C, respectivamente às 08:00, 13:00 e 17:00 horas, em relação ao solo sem cobertura plástica. Os valores de temperatura do solo nas parcelas com *mulching* branco/preto foram intermediárias em relação ao *mulching* de coloração prata e solo exposto.

PALAVRAS-CHAVE: cafeicultura, cobertura de polietileno, fertilização.

ABSTRACT

Brazilian coffee growing has been developing more and more, mainly in the state of Minas Gerais, which has the largest area and productivity in the country. In view of the development of coffee growing, new technologies are emerging to increase the financial profitability of the crop and reduce the environmental impacts resulting from agricultural exploitation. In this context, mulching has been researched in the coffee culture for contributing to the control of weeds and consequently reducing the use of herbicides in crops. The objective with the accomplishment of this work was to evaluate the phytotechnical parameters of the irrigated coffee, soil temperature and water tension in the soil depending on the use of mulching and controlled release fertilization. The experiment was carried out at the Federal University of Uberlândia - Campus Monte Carmelo, in the municipality of Monte Carmelo, Minas Gerais, with the cultivar IPR 100, in a randomized block design with four blocks. Each plot was composed of 10 plants, the 6 central plants being useful. The experiment presented a total of 24 plots and 144 useful plants. The following treatments were tested: T1 - white / black double-sided mulching with conventional fertilizer; T2 - white / black double-sided mulching with controlled-release fertilizer; T3 - silver / black double-sided mulching with conventional fertilizer; T4 - silver / black double-sided mulching with controlled-release fertilizer; T5 - Without mulching with conventional fertilizer; T6 - Without mulching with controlled release fertilizer. Evaluations of growth, chlorophyll content, soil temperature and soil water tension were carried out. There was no difference between treatments for growth parameters, chlorophyll content and soil water tension. However, the use of mulching in the silver color provided an increase in the soil temperature in relation to the other treatments, with an increase of 2.3 °C; 2.0 °C and 3.3 °C, respectively at 08:00, 13:00 and 17:00 hours, in relation to the soil without plastic cover. The soil temperature values in the plots with white / black mulching were intermediate in relation to the mulching of silver color and exposed soil.

KEYWORDS: coffee growing, polyethylene cover, fertilization.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma cultura de extrema importância socioeconômica no Brasil e no mundo. De acordo com a Organização Internacional do Café – OIC, atualmente os quatro maiores países produtores no mundo são o Brasil, Vietnã, Colômbia e Indonésia, com produção na safra 2018/2019 de 62,0; 31,0; 13,0 e 9,0 milhões de sacas de café beneficiadas. O Brasil apresenta área plantada de 2,16 milhões de hectares, sendo Minas Gerais o estado com maior extensão cultivada (1,24 milhão de hectares) e maior produção (32,8 milhões de sacas), o que corresponde a 60% do total produzido no país de acordo com a estimativa para a safra 2020 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2020).

A Região do Cerrado Mineiro se destaca na produção nacional no quesito qualidade por ser a primeira a receber a Denominação de Origem, realizada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). O território demarcado confere ao produto características únicas resultantes do clima, solo, relevo, altitude e manejo dos 55 municípios que compõe essa região (REGIÃO DO CERRADO MINEIRO, 2018).

Um dos fatores que afetam o desenvolvimento e a produtividade de lavouras cafeeiras é o manejo de adubação. Por se tratar de uma cultura perene e que apresenta bienalidade de produção, a fertilização deve ser rigorosamente manejada, com a finalidade de suprir a demanda da planta e evitar possíveis perdas por lixiviação e volatilização, principalmente com a adoção de fertilizantes convencionais, como por exemplo a ureia, amplamente utilizada em lavouras cafeeiras devido ao baixo custo comparada às demais fontes. Neste contexto, os fertilizantes de liberação controlada podem ter influência sobre o crescimento vegetal, principalmente ao reduzir a perda de nitrogênio do solo por lixiviação, além de reduzir gastos com mão de obra e energia devido à redução de parcelamentos em relação aos fertilizantes prontamente solúveis.

Outro fator que também afeta o desempenho de cafeeiros é a competição com plantas daninhas, principalmente na fase de formação da lavoura. O uso de herbicidas ainda é a principal forma de controle de plantas daninhas, porém, a inadequada tecnologia de aplicação acarreta na toxidez dos cafeeiros, comprometendo o desenvolvimento inicial da cultura.

Uma alternativa para minimizar a ocorrência de plantas indesejáveis é o uso do *mulching* de polietileno. Para algumas culturas, tais como abacaxi, meloeiro e morangueiro, a utilização desta tecnologia já está consolidada, reduzindo o custo com manejo de plantas

daninhas, além de promover melhoria da qualidade dos frutos colhidos. Para a cultura do cafeeiro esta inovação mostra-se bastante promissora, principalmente na redução de aplicação de herbicidas na linha de plantio, contribuindo sobremaneira para a sustentabilidade da cafeicultura.

2 OBJETIVO

Avaliar os parâmetros fitotécnicos do cafeeiro irrigado, temperatura do solo e tensão de água no solo em função do uso de *mulching* e adubação de liberação controlada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O cafeeiro (*Coffea arabica* L.) foi introduzido no Brasil em 1727, com sementes e mudas oriundas da Guiana Francesa. Inicialmente o cafeeiro foi plantado no Pará e no Maranhão e se expandiu para os estados vizinhos, até ser cultivado na região Sudeste. As suas primeiras exportações em grande quantidade ocorreram a partir de 1820 e a partir de 1845 o Brasil tornou-se o maior produtor, sendo responsável por 45% da produção mundial da época. Tal fato impulsionou a economia brasileira, possibilitando o desbravamento das regiões, abertura de estradas e criação de cidades (MATIELLO et al., 2010).

O Brasil é o maior produtor e exportador de café, responsável por 32% da produção mundial. Na safra de 2018/2019 o Brasil exportou 37,6 milhões de sacas, representando 29% da quantidade exportada no mundo (OIC, 2020). Simultaneamente, a cultura cafeeira contribui significativamente para o Produto Interno Bruto brasileiro (PIB), gerando empregos, renda, investimento em pesquisas, tecnologia e movimentação do mercado.

Para a obtenção de elevadas produtividades é necessário oferecer à cultura uma nutrição adequada e equilibrada, sendo de extrema importância a adubação nitrogenada (DOMINGHETTI et al., 2017). O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelo cafeeiro. A demanda para a produção de uma saca de 60 kg de café beneficiado e a vegetação

correspondente é de 6,2 kg deste nutriente (FAVARIN; TEZOTTO; NETO, 2013). Dentre os principais fertilizantes utilizados em lavouras cafeeiras, destaca-se a ureia, devido ao baixo custo e elevada concentração de nitrogênio comparada às demais fontes. Entretanto, um dos principais problemas com o uso dessa fonte se refere às perdas de nitrogênio por volatilização, principalmente quando não há precipitação no momento da adubação (DOMINGHETTI et al., 2017).

As opções recomendadas para minimizar as perdas de nitrogênio envolvem a aplicação incorporada de fertilizante, parcelamento da adubação, o manejo da época de aplicação e, mais recentemente, a escolha de fontes diferenciadas de nitrogênio. Estas fontes denominadas fertilizantes nitrogenados de liberação controlada possuem diferentes mecanismos de ação, dentre eles fertilizantes solúveis revestidos, inibidores ou de estabilização e compostos sintéticos (ZABINI; CARVALHO; BARBOSA, 2008).

Os nutrientes encapsulados por resinas especiais, os quais são liberados por meio de estruturas porosas, atingem o sistema radicular das plantas mais lentamente. Essa característica pode garantir a manutenção de um sincronismo entre a liberação de nutrientes ao longo do tempo e as necessidades nutricionais, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (BRONDANI et al., 2008).

Além da adubação e nutrição da lavoura, outro fator que interfere consideravelmente na produtividade do cafeeiro é a competição com plantas daninhas. As mesmas causam reflexos negativos no crescimento dos cafeeiros jovens, principalmente pelo seu lento crescimento quando comparado às plantas daninhas, o que provoca uma competição severa na formação das lavouras. As plantas jovens são muito sensíveis à interferência de plantas daninhas que crescem na linha de plantio, e por tal motivo é necessário um controle rápido e eficiente das mesmas. Porém, o controle manual com capinas demanda considerável quantidade de mão de obra e o controle químico necessita de herbicidas seletivos e do uso de tecnologias adequadas para a aplicação dos mesmos, o que dificulta o controle de plantas indesejáveis (GONÇALVES; CARVALHO, 2017).

Neste contexto, visando um manejo integrado e mais sustentável, a utilização do *mulching* de polietileno para cobertura de solo é uma alternativa que vem sendo utilizada em várias olerícolas, reduzindo a oscilação da temperatura do solo, evaporação e a perda de adubos e corretivos por lixiviação e erosão (CÂMARA et al., 2007).

Existem diferentes cores de *mulching* utilizados na agricultura, destacando-se o preto, branco e prata (SGANZERLA, 1995). Em função da reflectância, cada cor promove um comportamento diferenciado nos parâmetros biométricos e produtivos da cultura.

O manejo convencional da lavoura cafeeira, deixando o solo sempre limpo e exposto, favorece a perda de água do solo, aumentando a compactação e diminuindo a umidade do solo. Nesse sentido, o *mulching* torna-se uma técnica eficiente para reduzir esses problemas (CARVALHO et al., 2017). Além disso, por evitar o processo de lixiviação, têm-se maior aproveitamento dos fertilizantes e conseqüentemente maior desenvolvimento das plantas em função da maior disponibilidade de nutrientes (RESENDE; KNUPPEL; CASTANHEIRA, 2018).

Segundo Zhang et al. (2012), a utilização de *mulching* eleva a temperatura do solo e disponibilidade de água, além de aumentar a mineralização de nitrogênio e reduzir a lixiviação de nutrientes. A prática da cobertura morta com palhas, capim, casca de café, papel ou plástico é recomendada para praticamente todos os tipos de solo, como também para todas as culturas perenes em função dos inúmeros benefícios (OLIVEIRA; SOUZA, 2003).

O cafeeiro necessita em média de uma precipitação anual de 1.600 mm bem distribuída ao longo do seu ciclo fenológico. Uma das alternativas para otimização do uso da água na cafeicultura é a utilização de *mulching* em sua implantação, servindo de cobertura do solo na linha de plantio, proporcionando maiores valores de potencial hídrico foliar e conseqüentemente menor estresse hídrico da planta (KNUPPEL et al., 2016).

Marins et al. (2016) monitorando a umidade do solo em cafeeiro cultivado com *mulching* plástico verificaram que os pontos que apresentaram maior variação de umidade foram os que se encontravam na lateral do plástico, seguidos pelos pontos perto do furo central onde se localizava a planta, o que evidencia que o uso de cobertura plástica na implantação do cafeeiro diminui as perdas de água no solo por evaporação na parte protegida pelo *mulching*, além de manter uma constância na variação da temperatura e umidade nos pontos de interesse.

Na Região do Alto Paranaíba, a utilização do *mulching* prata aliado à irrigação com base na tensão de 60 kPa, promoveu um acréscimo de 69,11% na primeira safra da lavoura quando comparado à ausência desta tecnologia (VALOTO et al., 2017). Na fase de formação da lavoura cafeeira, Damaglio, Santana e Ciacco (2015) verificaram em cafeeiros não irrigados um aumento médio de 14% na altura e 15% no comprimento de ramos dos cafeeiros com uso do *mulching* em relação ao tratamento controle.

Com relação à viabilidade econômica dessa técnica, foi verificado que a partir de um ano e meio após o plantio do cafeeiro irrigado na Região do Alto Paranaíba houve uma economia de 38% e 28%, respectivamente, no manejo de plantas daninhas e consumo de água em relação ao tratamento sem cobertura plástica, o que resulta em grande economia ao produtor (ASSIS et al., 2017).

O aumento da escassez de água e as mudanças climáticas reforçam a necessidade da utilização racional e eficiente da água na agricultura irrigada (MAROUELLI et al., 2011).

No Brasil, a maioria dos agricultores irrigantes não utilizam estratégias de manejo e uso racional da água. Assim, para saber quando e quanto irrigar, existem vários métodos que podem ser utilizados, dentre eles tem-se a tensiometria, na qual por meio dos tensiômetros, constituídos por uma cápsula de cerâmica ligada por meio de um tubo a um vacuômetro, é realizada a medição da tensão matricial de água no solo, determinando de forma indireta a umidade (BONOMO et al., 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia *Campus* Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais, na região Sudeste, latitude 18° 43' 38" S, longitude 47° 31' 24" W e altitude de 903 m. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO argiloso (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013). O experimento teve início no dia 15 de fevereiro de 2019 e término no dia 18 de fevereiro de 2020. A classe textural da área experimental é franco-argilo-arenosa (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização textural do solo na camada a 10, 30 e 50 cm da área experimental da Universidade Federal do Uberlândia *Campus* Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais

Análise textural				
Profundidade (cm)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classe textural
10	47,76	22,67	29,57	Franco argilo arenoso
30	47,76	22,67	29,57	Franco argilo arenoso
50	55,76	16,00	28,24	Franco argilo arenoso

O plantio do experimento foi realizado no dia 15/02/2019, utilizando-se a cultivar IPR 100 no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 0,7 m entre plantas. Foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento, com uma linha lateral por linha de cultivo do tubo gotejador Hydrogol de 16 mm, espaçados em 0,5 m com vazão de 1,6 L h⁻¹. Foi realizada a avaliação de uniformidade do sistema de irrigação no dia 25 de abril de 2019, apresentando 92,99% de uniformidade estatística, se enquadrando na classe excelente.

A capacidade de água disponível no solo é de 45,20 mm na camada de 0 a 60 cm de profundidade. Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros ajustados para a equação de van Genuchten (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros ajustados para a equação de van Genuchten da área experimental da Universidade Federal do Uberlândia *Campus* Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais

Profundidade (cm)	α (cmca ⁻¹)	m	n	θ_r (cm ³ cm ⁻³)	θ_s (cm ³ cm ⁻³)
10	0,1824	0,2982	1,4250	0,2980	0,5950
30	0,4010	0,2552	1,3427	0,3230	0,6160
50	0,1470	0,3040	1,4367	0,2810	0,5830

O solo foi analisado quanto às características químicas nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em agosto de 2018 (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterização química do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm da área experimental da Universidade Federal do Uberlândia *Campus* Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais

Atributos químicos do solo	28/08/2018			
	0 - 20 cm	Classificação	20 - 40 cm	Classificação
pH em H ₂ O	5,90	Médio	5,40	Médio
P (mg dm ⁻³)	10,30	Baixo	0,80	Baixo
K ⁺ (mg dm ⁻³)	8,70	Médio	3,3	Baixo
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	2,70	Médio	1,30	Baixo
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,00	Médio	0,61	Baixo
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	Médio	0,08	Médio
H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	3,80	Alto	4,50	Alto
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,91	Baixo	1,89	Baixo
V (%)	51,00	Baixo	31,00	Baixo
m (%)	0,00	Baixo	4,00	Baixo
CTC (cmol _c dm ⁻³)	7,71	Baixo	6,48	Baixo
Zn (mg dm ⁻³)	2,90	Alto	0,60	Baixo
Mn (mg dm ⁻³)	1,90	Médio	0,20	Baixo
Fe (mg dm ⁻³)	25,00	Alto	20,00	Alto
Cu (mg dm ⁻³)	3,30	Alto	1,60	Alto
B (mg dm ⁻³)	0,38	Médio	0,25	Baixo
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)	16,00	Alto	54,00	Alto
M.O. (dag ha ⁻¹)	2,70	Médio	2,30	Médio

SB = Soma de Bases; V = Sat. Base; m = Sat. Alumínio; P e K= Mehlich⁻¹; S-SO₄⁻² = [Fosfato monobásico Cálcio 0,01 mol l⁻¹]; Ca, Mg, Al = [KCl 1 mol l⁻¹]; H+Al = [Solução Tampão SMP pH 7,5]; B = [BaCl₂ . 2H₂O 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = DTPA.

Análises realizadas no Labras (Laboratório Brasileiro de Análises Agrícolas).

A adubação foi realizada de acordo com os dados da análise de solo (Tabela 3) conforme recomendação de Guimarães et al. (1999). No momento da implantação, foram feitas aplicações de 54,8 g cova⁻¹ de um calcário com PRNT igual a 80% e 471,0 g cova⁻¹ do fertilizante fosfatado superfosfato simples (18% de P₂O₅, 16% de Ca e 8% de S).

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 2 (três níveis do fator *mulching* e dois níveis do fator fonte de adubo) com quatro blocos. Cada parcela foi composta por 10 plantas, sendo útil as seis plantas centrais. O experimento apresentou, no total, 24 parcelas e 144 plantas úteis.

Foram testados os seguintes tratamentos: T1 - *mulching* dupla face branco/preto com adubo convencional (três adubações de 8,9 g de KCl (58% K₂O) e 11g de Ureia (45% N) por planta); T2 - *mulching* dupla face branco/preto com adubo de liberação controlada (uma adubação de 23 g do formulado 22-00-22 (N-P₂O₅-K₂O) + B por planta); T3 - *mulching* dupla face prata/preto com adubo convencional; T4 - *mulching* dupla face prata/preto com adubo de liberação controlada; T5 - Sem *mulching* com adubo convencional; T6 - Sem *mulching* com adubo de liberação controlada. As adubações foram realizadas a lanço na projeção da copa

das plantas nos meses de março, abril e maio de 2019 nos tratamentos com adubação convencional e nos tratamentos com adubação de liberação controlada a aplicação foi realizada em dose única no mês de março. O adubo de liberação controlada utilizado possui revestimento dos grânulos dos nutrientes com polímero orgânico e enxofre elementar. O *mulching* utilizado no experimento apresenta transmissividade nula para impedir a germinação de sementes de plantas daninhas.

Os dados meteorológicos de umidade relativa (UR%), temperatura média (°C) e precipitação (mm) obtidos da estação meteorológica da Universidade Federal do Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo encontram-se na Figura 1. A umidade relativa e a temperatura foram medidos pelo Termo-Higrômetro Digital, ligado ao datalogger CR1000, que realiza a leitura a cada 5 segundos. Já a precipitação foi medida pelo pluviômetro manual Ville de Paris, com precisão de 0,01 mm, avaliado diariamente às 07 horas da manhã.

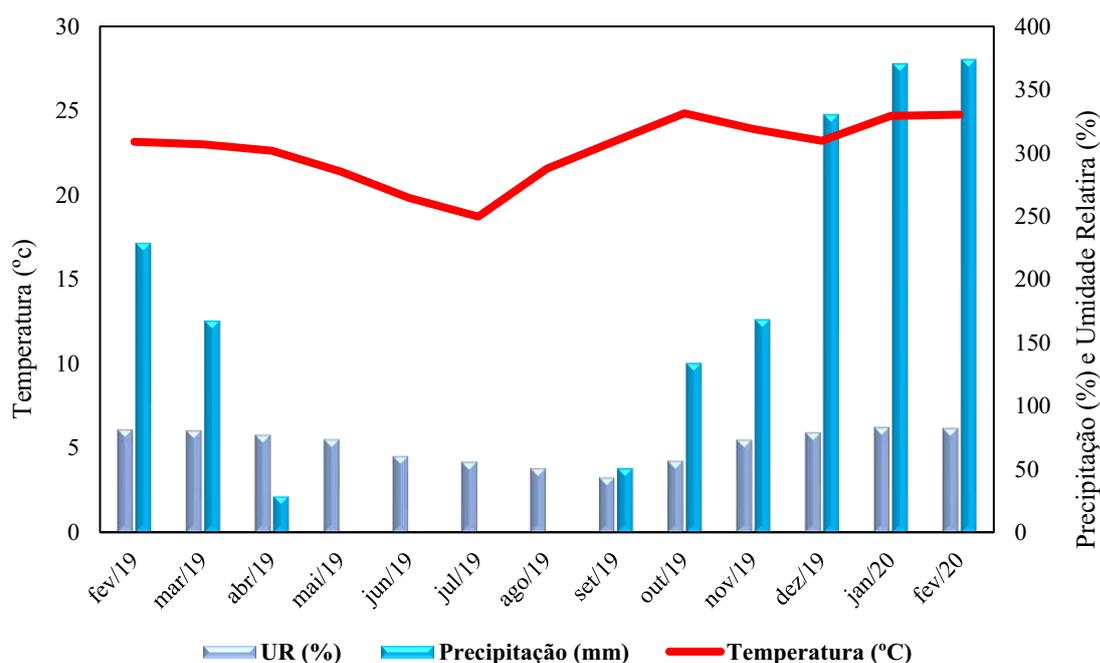


Figura 1. Representação gráfica das variáveis climatológicas registradas mensalmente de fevereiro de 2019 a fevereiro de 2020 obtidos da estação meteorológica da Universidade Federal do Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

A precipitação acumulada de fevereiro de 2019 a fevereiro de 2020 foi de 1.854,20 mm. Foram realizados 82 eventos de irrigação, totalizando 164 horas irrigadas e uma lâmina de 138,45 mm acumulada.

4.2 Características avaliadas

As avaliações de crescimento foram realizadas 330 dias após o plantio e as demais características foram avaliadas mensalmente, sendo analisados os seguintes parâmetros:

- Diâmetro de caule (mm): a medição foi realizada com paquímetro digital na parte inferior do caule da planta a cinco centímetros do nível do solo (Figura 2).



Figura 2. Avaliação de diâmetro de caule das plantas de cafeeiros.

- Diâmetro de copa (cm): foi medido no sentido transversal à linha de plantio, considerando-se a extensão do ramo plagiotrópico de maior dimensão em cada planta, com auxílio de uma régua graduada (Figura 3).



Figura 3. Avaliação de diâmetro de copa das plantas de cafeeiros.

- Altura (cm): medida do colo até o ponto de inserção da gema terminal com auxílio de uma régua (Figura 4).



Figura 4. Avaliação de altura das plantas de cafeeiros.

As avaliações de temperatura do solo e teor de clorofila foram realizadas mensalmente, adotando-se a seguinte metodologia:

- Temperatura do solo (°C): medida em três pontos por parcela (início, meio e fim de cada parcela útil), a 30 cm de distância da linha do cafeeiro, no sentido horizontal a linha. A profundidade de avaliação foi de 0,10 m e a avaliação foi realizada em três períodos do dia (8, 13 e 17 horas) com termômetro digital tipo espeto – marca Incoterm (Figura 5).



Figura 5. Termômetro digital tipo espeto – Incoterm.

- Teor de clorofila: medido no terceiro par de folhas do ramo plagiotrópico do terço médio da planta com o clorofilômetro modelo ClorofiLOG Falker – Brasil (Figura 6).



Figura 6. Clorofilômetro - ClorofiLOG Falker – Brasil.

- Monitoramento da tensão de água no solo (kPa): a tensão de água no solo foi monitorada três dias por semana (segunda, quarta e sexta-feira) às 7 horas da manhã. Foram instaladas 18 baterias de tensiômetros, sendo três baterias em cada tratamento (Figura 7), distanciadas a 0,10 m do gotejador das plantas nas profundidades de 0,10 m, representando a camada de 0 a 0,20 m, e outro a 0,30 m, representando a camada de 0,20 a 0,40 m de profundidade. As leituras foram realizadas com um tensímetro digital de agulha.



Figura 7. Bateria de tensiômetros na área experimental.

4.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo software SISVAR (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características Biométricas

Não houve diferença significativa entre os fatores *mulching* e tipos de adubo para as características altura, diâmetro de copa e caule ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para altura (cm), diâmetro de copa (cm) e diâmetro de caule (mm) 330 dias após o plantio de cafeeiros em função do uso do *mulching* e adubação de liberação controlada na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM		
		Altura	Diâmetro de Copa	Diâmetro de Caule
<i>Mulching</i>	2	148,89 ^{ns}	3,58 ^{ns}	60,75 ^{ns}
Adubo	1	0,68 ^{ns}	0,34 ^{ns}	13,47 ^{ns}
<i>Mulching</i> *Adubo	2	1,17 ^{ns}	3,08 ^{ns}	39,49 ^{ns}
Bloco	3	39,51 ^{ns}	4,09 ^{ns}	81,05 ^{ns}
Erro	15	45,28 ^{ns}	5,34 ^{ns}	86,95 ^{ns}
CV (%)		11,2	13,4	15,0

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F. FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

De acordo com a análise de variância (Tabela 5), não houve diferença significativa entre os diferentes tipos de *mulching* e adubos para altura (cm), diâmetro de copa (cm) e diâmetro de caule (mm) do cafeeiro ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. O experimento apresentou boa precisão para essas variáveis com coeficiente de variação de 11,2%, 13,4% e 15,0%, respectivamente.

Os cafeeiros apresentaram altura, diâmetro de copa e diâmetro de caule médio de 58,0 cm; 62,2 cm e 17,2 mm aos 330 dias após o plantio (Tabela 6).

Tabela 6. Altura (cm), diâmetro de copa (cm) e diâmetro de caule (mm) médio 330 dias após o plantio dos cafeeiros em função do uso de *mulching*

Tratamentos	Altura	Diâmetro de copa	Diâmetro de caule
Mulching Branco/Preto	54,6 a	60,4 a	16,7 a
Mulching Prata/Preto	56,5 a	60,8 a	16,9 a
Sem Mulching	62,8 a	65,4 a	18,0 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Paiva et al. (2017), os quais não constatarem diferenças entre o uso do *mulching* branco/preto, *mulching* prata/preto e o tratamento convencional com capinas e herbicidas para as características altura, diâmetro de copa e número de nós em cafeeiros dois anos após o plantio e instalação da cobertura plástica. Porém, o uso do *mulching* associado à irrigação promoveu um acréscimo de 13 sacas ha⁻¹ em relação à testemunha, o que enfatiza os benefícios desta tecnologia em culturas perenes.

Apesar da não detecção de diferença significativa do efeito do *mulching* na presente pesquisa para os parâmetros vegetativos do cafeeiro, na literatura são relatados incrementos em produtividade e características biométricas da planta. Neste contexto, Castanheira (2018) verificou maior diâmetro de caule, comprimento de ramos plagiotrópicos e número de ramos produtivos em cafeeiros na fase de formação em relação ao cultivo da planta em solo exposto. Já para produtividade, Nascimento et al. (2020) verificaram que o uso da cobertura plástica promoveu acréscimo de 16,9 sacas ha⁻¹ em relação ao tratamento controle, além de propiciar a produção de cafés com padrão de bebida especial.

A utilização de adubos de liberação controlada não promoveu diferenças nas características biométricas do cafeeiro em relação às fontes convencionais de adubo (Tabela 7).

Tabela 7. Altura (cm), diâmetro de copa (cm) e diâmetro de caule (mm) médio 330 dias após o plantio dos cafeeiros em função do uso adubação de liberação controlada e convencional

Tratamentos	Altura	Diâmetro de copa	Diâmetro de caule
Adubo Convencional	57,8 a	61,4 a	17,0 a
Liberação Controlada	58,1 a	62,9 a	17,3 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Uma possível hipótese para a similaridade de crescimento das plantas em função dos tipos de adubos testados nesta pesquisa refere-se ao fato das adubações com fontes convencionais terem sido realizadas em dias chuvosos, reduzindo perdas por volatilização de amônia do solo. Além disso, as adubações com ureia e cloreto de potássio foram parceladas, diminuindo perdas de nitrogênio e potássio por lixiviação e reduzindo a probabilidade de salinização do solo. A utilização do *mulching* também pode ter atuado como uma barreira de proteção, reduzindo a volatilização. Neste contexto, Dominghetti et al. (2017) verificaram que a ureia é o fertilizante que apresenta a maior perda de nitrogênio por volatilização em relação ao nitrato de amônio, sulfato de amônio e ureia com polímeros e enxofre. Estes autores verificaram que quando as adubações não são sincronizadas com a ocorrência de

precipitações, o fertilizante fica vulnerável às altas temperaturas e umidade do ar, além do maior contato com as camadas superficiais do solo, as quais são alcalinas, sendo estes fatores condicionantes à formação de reações formadoras do gás amônia. Em função das condições meteorológicas durante as adubações serem adequadas, a probabilidade de volatilização de amônia foi mínima na presente pesquisa.

Corroborando os resultados deste trabalho, Castanheira (2018) verificou que o uso de fertilizantes de liberação controlada não proporcionou ganhos significativos no crescimento do cafeeiro, porém, possibilitou melhorias nos aspectos anatômicos e fisiológicos da planta. Resultados contrastantes foram obtidos por Marques et al. (2013), os quais verificaram que o uso de adubo de liberação controlada promoveu acréscimo no número de folhas e ramos plagiotrópicos em cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho em relação à utilização de ureia.

5.2 Temperatura do solo

A temperatura do solo influencia o metabolismo radicular, a absorção de íons e a taxa de transporte de nutrientes, os quais podem afetar o desenvolvimento da cultura. De forma geral, as coberturas de solo com polietileno aumentam a temperatura do solo em comparação ao solo descoberto, enquanto a cobertura morta diminui a temperatura (MENESES et al., 2016).

Verifica-se (Tabela 8) interação significativa entre os fatores *mulching* e horário de leitura para temperatura do solo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Tabela 8 Análise de variância para temperatura do solo (°C) em função do uso de *mulching*, adubação de liberação controlada e horário de leitura

Fv	GL	SQ	QM	FC
Hora	2	355,527778	177,763889	869,173**
Mulching	2	80,444444	40,222222	196,66**
Adubo	1	0,347222	0,347222	1,698
Hora*Mulching	4	3,888889	0,972222	4,754**
Hora*Adubo	2	0,194444	0,097222	0,475
Mulching*Adubo	2	0,111111	0,055556	0,272
Hora*Mulching*Adubo	4	1,222222	0,305556	1,494
Bloco	3	1,819444	0,606481	2,965
Erro	51	10,430556	0,204521	
Total	71	453,986111		

Cv (%) = 1,79

** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo Teste F.

Verificaram-se maiores temperaturas de solo, em todos os horários avaliados, no tratamento *mulching* prata/preto, havendo um acréscimo de 2,3 °C; 2,0 °C e 3,3 °C, respectivamente às 08:00, 13:00 e 17:00 horas, em relação ao solo sem cobertura plástica (Tabela 9). Os valores de temperatura do solo nas parcelas com *mulching* branco/preto foram intermediárias em relação ao *mulching* de coloração prata e solo exposto.

Tabela 9. Temperatura do solo (°C) às 08:00, 13:00 e 17:00 horas em função do uso de *mulching*

Tratamentos	Temperatura do solo (°C)		
	08:00	13:00	17:00
Sem Mulching	21,2 cC	25,2 bB	26,1 cA
Mulching branco/preto	22,0 bC	25,5 bB	27,1 bA
Mulching prata/preto	23,5 aC	27,2 aB	29,4 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao efeito dos horários de avaliação na temperatura do solo, verifica-se em todos os tratamentos analisados um aumento da temperatura ao longo do dia, atingindo o ápice às 17:00 horas (Tabela 9).

Os resultados obtidos na presente pesquisa assemelham-se aos de Meneses et al. (2016), os quais verificaram no município de Itabaiana-SE, um aumento da temperatura do solo com a utilização do *mulching* de polietileno prata (40,09 °C), seguido do polietileno preto (32,17 °C) e por último da testemunha (31,89 °C) na cultura da alface. A utilização de polietileno promove maior absorção de radiação de ondas curtas e redução nas perdas de radiação de ondas longas pelo solo, o que favorece a elevação da temperatura do solo (OTTO; RECHIN; SÁ, 2001).

Em experimento conduzido na região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Ribas et al. (2015) também verificaram aumento da temperatura diurna do solo com uso do *mulching* em relação ao solo exposto, havendo um aumento de 9,0 °C com o uso do plástico transparente em relação ao solo sem cobertura.

5.3 Teor de clorofila

As clorofilas são pigmentos responsáveis pela captura de luz e estão interligadas com a eficiência fotossintética das plantas, sendo essenciais na conversão da radiação luminosa em energia química na forma de ATP e NADPH (SILVA et al., 2020).

Não houve diferença significativa entre os fatores *mulching* e tipos de adubo no teor de clorofila A, B e total ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de variância para índice de clorofila A, B e total de cafeeiros em função do uso de *mulching* e adubação de liberação controlada na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM		
		Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total
Mulching	2	0,041667 ^{ns}	0,875000 ^{ns}	2,000000 ^{ns}
Adubo	1	0,166667 ^{ns}	1,500000 ^{ns}	3,375000 ^{ns}
Mulcng*Adubo	2	0,541667 ^{ns}	0,875000 ^{ns}	6,500000 ^{ns}
Bloco	3	1,888889 ^{ns}	1,500000 ^{ns}	9,375000 ^{ns}
Erro	15	1,355556 ^{ns}	1,266667 ^{ns}	4,341667 ^{ns}
CV (%)		3,20	6,17	3,81

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Os cafeeiros apresentaram em média índices de clorofila A, B e total, respectivamente, de 36,3; 18,3 e 54,6, não havendo diferença entre o uso do *mulching* e fontes de adubo (Tabelas 11 e 12).

Tabela 11. Índice médio de clorofila A, clorofila B e clorofila total dos cafeeiros em função do uso de *mulching*

Tratamentos	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total
Mulching branco/preto	36,4 a	18,5 a	55,1 a
Mulching prata/preto	36,2 a	18,4 a	54,6 a
Sem Mulching	36,4 a	17,9 a	54,1 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Índice médio de clorofila A, clorofila B e clorofila total dos cafeeiros em função do uso de adubação de liberação controlada

Tratamentos	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total
Adubo Convencional	36,2 a	18,0 a	54,2 a
Liberação Controlada	36,4 a	18,5 a	55,0 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Godoy et al. (2008), o índice de clorofila é um indicativo do estado nutricional das plantas, principalmente em relação ao nitrogênio. Uma possível hipótese para a não detecção de diferenças significativas entre os tratamentos refere-se ao fato dos cafeeiros

terem sido adubados com doses adequadas para suprir a demanda da planta, além das fertilizações serem sincronizadas com as precipitações, reduzindo eventuais perdas por volatilização.

5.4 Monitoramento da tensão de água no solo

O monitoramento da tensão de água no solo nos tratamentos *mulching* branco/preto (MB), *mulching* prata/preto (MP) e sem *mulching* (SM) nas camadas de 20 e 40 cm de profundidade no período de junho a dezembro de 2019 está representado nas Figuras 8 e 9.

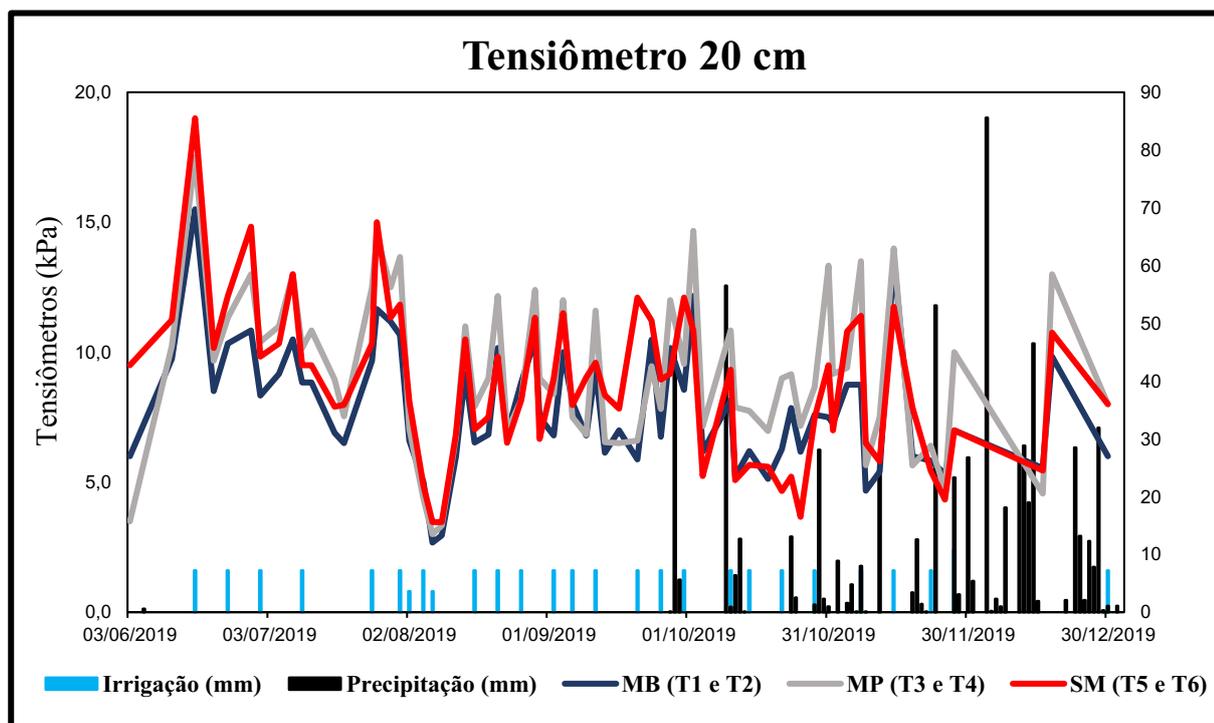


Figura 8. Tensão de água no solo (kPa) do tensiômetro de 20 cm, precipitação (mm) e irrigação (mm) de junho de 2019 a dezembro de 2019 (Monte Carmelo, Minas Gerais)

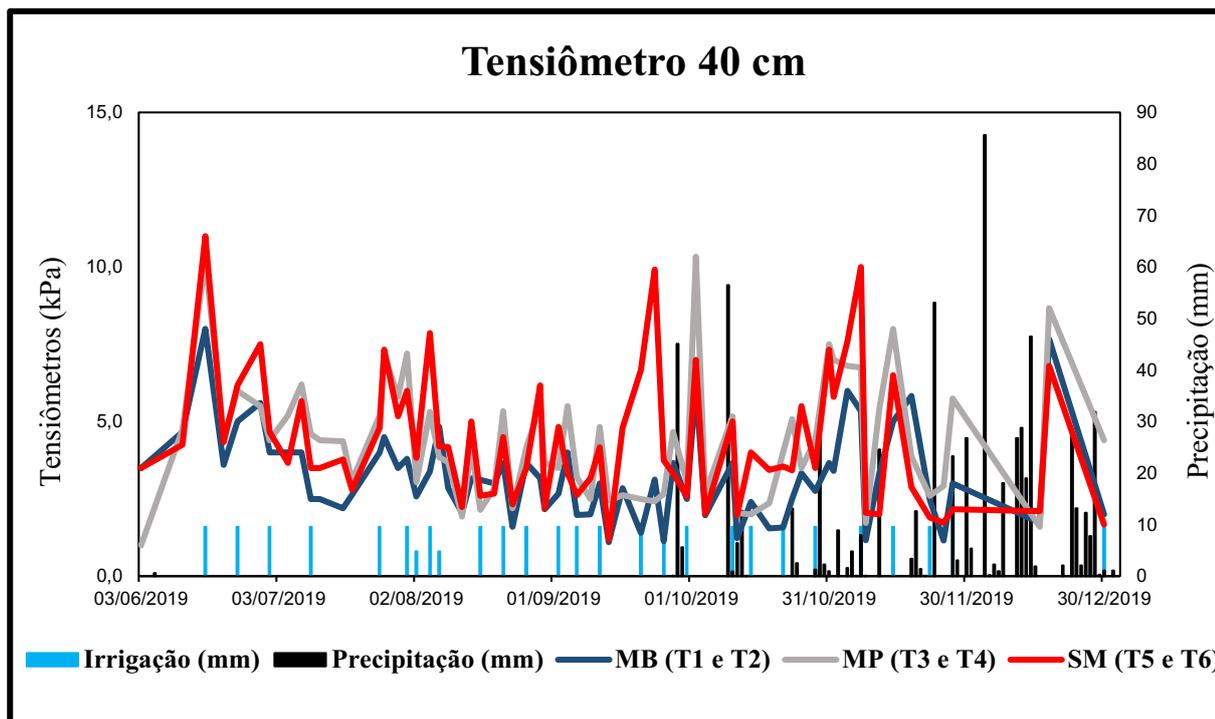


Figura 9. Tensão de água no solo (kPa) do tensiômetro de 40 cm, precipitação (mm) e irrigação (mm) de junho de 2019 a dezembro de 2019 (Monte Carmelo, Minas Gerais).

A tensão de água no solo na profundidade de 20 cm de junho até o final de setembro de 2019 foi mais alta devido ao período seco. Verifica-se que nesse intervalo de tempo os menores valores de tensão de água no solo foram observados no tratamento com *mulching* branco/preto nas camadas de 20 e 40 cm de profundidade. Já no período chuvoso o tratamento com *mulching* prata/preto apresentou maiores valores de tensão na camada de 20 cm de profundidade.

O *mulching* branco apresentou menores tensões acumuladas quando comparada aos demais tratamentos. Por tal motivo, foi realizado a somatória da diferença de tensão diária dos outros tratamentos comparados com o *mulching* branco, apresentando uma redução de 165,44 kPa quando comparado ao *mulching* prata e 131,37 kPa com o tratamento sem cobertura plástica. Esses valores representam 11,92 mm de água ou 119.208 litros por hectare e 9,36 mm ou 93.605 litros de água por hectare (Tabela 13). O período de avaliação foi do dia 03/06/2019 até o dia 30/12/2019, totalizando 66 avaliações.

Tabela 13. Diferença da tensão diária acumulada dos tensiômetros de 20 e 40 cm, dos tratamentos *mulching* prata e sem *mulching* em relação ao *mulching* branco no período de 03/06/2019 até 30/12/2020 totalizando 66 avaliações.

	<i>Mulching</i> prata - <i>Mulching</i> branco	Sem <i>mulching</i> - <i>Mulching</i> branco
Tensão (kPa)	165,44	131,37
Conversão para mm	11,92	9,36
Conversão para L ha ⁻¹	119.208,06	93.605,62

O *mulching* plástico funciona como uma barreira física que controla as plantas daninhas e conseqüentemente diminui o consumo de água durante o ciclo da cultura (LAMBERT et al., 2017). Além disso, o uso do *mulching* interfere diretamente na redução da evaporação da água do solo, mantendo a umidade e conseqüentemente reduzindo a necessidade de reposição desta água por irrigação (DRUGOWICH et al., 2017).

Resultados semelhantes foram observados por Assis et al. (2017) em lavoura cafeeira, cultivar Mundo Novo, na região do Cerrado Mineiro, havendo redução no consumo de água de 28% com uso do *mulching* em relação ao solo exposto, o que enfatiza os benefícios desta tecnologia na redução da evaporação de água no solo.

6 CONCLUSÕES

O uso do *mulching* e adubação de liberação controlada não promoveram incrementos nos parâmetros biométricos e índice de clorofila do cafeeiro em relação à ausência de cobertura plástica e fontes de adubos convencionais.

O *mulching* prata/preto promove maior aquecimento do solo no período diurno em relação ao *mulching* branco/preto e ausência de cobertura.

A utilização do *mulching* branco/preto proporcionou redução nos valores de tensão de água no solo no período de baixas precipitações em relação ao solo sem cobertura de polietileno, apresentando menor tensão acumulada no período avaliado em relação ao *mulching* prata e o sem *mulching*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, G. A. et al. Mulching em cafeeiros: tecnologia reduz custos advindos do manejo com plantas daninhas. **Revista Plasticultura**. v. 11, n. 57, nov./dez. 2017, p. 20-21.
- BONOMO, D. Z. et al. Alternativas de manejo de água de irrigação em cultivos de conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 537 - 545, 2014.
- BRONDANI, G. E. et al. Fertilização de liberação controlada no crescimento inicial de angico-branco. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 2, 2008, p. 167-176.
- 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, p.58-63, 2007.
- CARVALHO, R. C. S. et al. Variação da compactação e do teor de água do solo em cafeeiros cultivados com técnicas agrônômicas tradicionais e inovadoras. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 43, 2017, Poços de Caldas, **Anais...** Fundação Procafé, Varginha, 2017, p. 250.
- CASTANHEIRA, D. T. **Técnicas agrônômicas para mitigação dos efeitos da restrição hídrica no cafeeiro**. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 126 p, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Boletim Café Janeiro 2020, Safra 2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cape>> Acesso em 24 de Abril de 2020.
- DAMAGLIO, E.; SANTANA, D. R.; CIACCO, F. F. Plantio do cafeeiro com uso de Eco Mulching MPB. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 41, 2015, Poços de Caldas, **Anais...** FUNDAÇÃO PROCAFÉ, Varginha, 2015, p. 254.
- DOMINGHETTI, A. W. et al. Volatilização de amônia de fertilizantes nitrogenados na cafeicultura. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 43, 2017, Poços de Caldas, **Anais...** FUNDAÇÃO PROCAFÉ, Varginha, 2017, p. 434.
- DRUGOWICH, M. I. et al. **A Água na Agricultura**. Campinas, CATI 2017. 44p. Disponível em: <<https://agricultura.sp.gov.br/media/13375-uso-racional-da-%C3%A1gua-na-agricultura.pdf>> Acesso em: 22 fev 2020.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.
- FAVARIN, J. L.; TEZOTTO, T.; NETO, A. P. Balanço nutricional em café: estudo de caso. **Visão agrícola**, n. 12, p. 3, 2013.

- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- GODOY, L. J. G. et al. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, Viçosa, 2008.
- GONÇALVES, M. F.; CARVALHO, S. J. P. Seletividade do herbicida sulfentrazone em pós-emergência sobre mudas de café recém implantadas. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 9, n. 1, 2017.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais – CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, 5ª Aproximação, Viçosa, 1999. p. 289-302.
- KNUPPEL, C. A. et al. Estudo do potencial hídrico foliar de cafeeiros submetidos a diferentes técnicas para otimização da água. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 42, 2016, Serra Negra/SP, **Anais... FUNDAÇÃO PROCAFÊ**, Varginha, 2016, p. 161.
- LAMBERT, R. A. et al. Mulching é uma opção para o aumento de produtividade da melancia. **Revista de agricultura neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 1, p. 53–57, 2017.
- MAROUELLI, W. A. et al. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F; MAROUELLI, W. A; COELHO, E. F; PINTO, J. M; COELHO FILHO, M. A (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 157-232, 2011.
- MARINS, A. S. F. et al. Variação espacial e temporal da umidade do solo na cultura do café cultivado com mulching plástico. In: Congresso de Pós-Graduação da UFLA, 25, 2016, Lavras, **Anais... UFLA-APG**, Lavras, 2016.
- MARQUES, H. M. C. et al. Desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 16; p. 9, 2013.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil**: Manual de Recomendações, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - 10, ed, p, 542, Rio de Janeiro – RJ e Varginha – MG, 2010.
- MENESES, N. B. et al. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agroambiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 123 - 129, 2016.
- NASCIMENTO, L. G. et al. Mulching na cafeicultura: efeitos na produtividade, maturação, formato dos grãos e qualidade de bebida. **Research, Society and Development**, v. 9, n.9, 2020.
- OLIVEIRA, C. A. P.; SOUZA, C. M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 25 n. 2, Jaboticabal, 2003.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ – OIC. **Produção mundial de café.** Disponível em: < <http://www.ico.org/prices/po-production.pdf>> Acesso em 18 de agosto de 2020.

OTTO, R. F.; REGHIN, M. Y.; SÁ, G. D. Utilização do ‘não tecido’ de polipropileno como proteção da cultura de alface durante o inverno de Ponta Grossa – PR. **Horticultura brasileira**, v. 19, n. 1, 2001.

PAIVA, R. N. et al. Avaliação de EMPP - mulching preto e prata e EMPB - mulching preto e branco no desenvolvimento inicial e produtividade do cafeeiro. 43º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. **Anais...** Fundação Procafé, Poços de Caldas, 2017.

REGIÃO DO CERRADO MINEIRO, **A região do cerrado mineiro**, 2018. Disponível em: <<http://www.cafedocerrado.org/index.php>> Acesso em 29 de Abril de 2018.

RESENDE, L. A.; KNUPPEL, C. A.; CASTANHEIRA, D. T, Mulching diminui o uso de água no café. **Revista Campo e Negócios**, 2018. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/mulching-diminui-o-uso-de-agua-no-cafe/>> Acesso em 29 de abril de 2018.

RIBAS, G. G. et al. Temperatura do solo afetada pela irrigação e por diferentes coberturas. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 5, p. 817-828, Jaboticabal, 2015.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com plásticos**, 4 ed, Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha, 1995, 303p.

SILVA, C. B. et al. Milho verde em região semiárida: Práticas relacionadas a produção agrícola. **Brazilian Journal of Developmente**, Curitiba, v. 6, n.6, p. 41078-41088, 2020.

VALOTO, B. et al. Produtividade e rendimento de cafeeiros cultivados com mulching e irrigados sob diferentes tensões. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 43, 2017, Poços de Caldas, **Anais...** Fundação Procafé, Varginha, 2017, p. 175.

ZABINI, A. V.; CARVALHO, M. L.; BARBOSA, C.M. Adubação do cafeeiro com nitrogênio de liberação gradual em lavouras de 1º ano na região das matas de minas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 34, 2008, Caxambu, **Anais...** FUNDAÇÃO PROCAFÊ, Varginha, 2008, p. 362.

ZHANG, H. et al. Effects of plastic mulch duration on nitrogen mineralization and leaching in peanut (*Arachis hypogaea*) cultivated land in the Yimeng Mountainous Area, China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 158, p.164-171, 2012.