

**UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO – UNIFENAS**  
**DORIVAL ALVES NETO**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MALHA PERMEÁVEL NA  
FORMAÇÃO DE LAVOURAS DE CAFEIRO ARÁBICA COM IRRIGAÇÃO**

Alfenas – MG  
2018

**DORIVAL ALVES NETO**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA MALHA PERMEÁVEL NA  
FORMAÇÃO DE LAVOURAS DE CAFEIEIRO ARÁBICA COM IRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS como parte da exigência para obtenção do título de Mestre no Programa de Mestrado Profissional em Sistema de Produção na Agropecuária.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva

Alfenas - MG

2018

Dados internacionais de catalogação-na-publicação

Biblioteca Central da UNIFENAS

Alves Neto, Dorival

Viabilidade técnica e econômica da malha permeável na formação de lavouras de cafeeiro arábica com irrigação. — Dorival Alves Neto. — Alfenas, 2018.

37f.

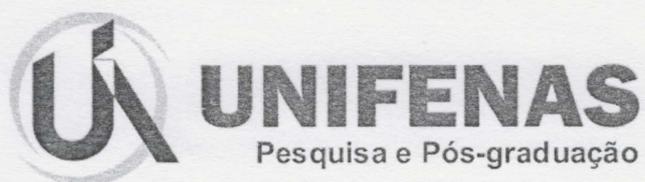
Orientador: Prof.º Dr. Adriano Bortolotti da Silva

Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Sistema de Produção na Agropecuária – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2018.

1. *Coffea arabica* 2. Malha 3. Irrigação 4. Custos 5. Manejo de plantas daninhas I. Universidade José do Rosário Vellano II. Título

CDU (043.3)

Samira Vidal da Silva Ramos  
Bibliotecária CRB6 3474



## Certificado de Aprovação

**TÍTULO:** “Viabilidade técnica e econômica da malha permeável e irrigação em lavouras de cafeeiro arábica em formação”

**AUTOR:** Dorival Alves Neto

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **Mestre Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária** pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Adriano Bortolotti da Silva

Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva

Prof. Dr. Paulo Sergio de Souza

Alfenas, 28 de março de 2018.

Profa. Dra. Laura Helena Orfão  
Diretora Adjunta de Pesquisa e Pós-graduação  
UNIFENAS

Dedico este trabalho aos meus pais Antônio Cardoso Alves (*in memoriam*) e Leonice da Silva Alves, à minha esposa Gizela, aos meus filhos João Victor, Lavínia e Guilherme e a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma importante etapa de minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Aos meus pais, Antônio Cardoso Alves (*in memoriam*) e Leonice da Silva Alves, pelos ensinamentos e direcionamentos.

À minha esposa e companheira Gizela pela paciência e apoio em todos os momentos.

Aos meus filhos João Victor, Lavínia e Guilherme, por me transformarem em uma pessoa melhor e por me tornarem tão forte e tão fraco ao mesmo tempo

Aos meus irmãos (Erica, Alexandre, Edson, Eliz, Elaine, Eliana e Elizabeth), pela contribuição em cada etapa de minha vida.

Aos meus sobrinhos, cunhados e primos por contribuírem nesta caminhada.

Aos meus amigos de mestrado que passaram por este mesmo desafio.

Aos amigos de hoje, ontem e sempre, pelo apoio nos dias mais difíceis.

Aos professores Délcio Bueno da Silva, José Antônio Dias Garcia e Pablo Vianna Pacheco por acreditarem em mim, fazendo a indicação e recomendação ao mestrado.

Aos professores Arinaldo Dias de Sá, Lucas Aparecido de Souza, Paulo Sérgio de Souza e Antônio Carlos da Silva pelo apoio e direcionamentos, sem os quais seria impossível a conclusão deste trabalho.

Ao orientador, professor Adriano Bortolotti da Silva pela paciência e tempo dedicado.

Ao IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho, pela oportunidade dada, abrindo suas portas ao desenvolvimento intelectual e profissional.

A Empresa Propex do Brasil Ltda pela doação da malha permeável em polipropileno e à Cooperativa Escola dos Alunos do IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho pela aquisição das mudas de café, elementos fundamentais deste experimento.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente, meus sinceros agradecimentos. Que Deus ilumine os passos de cada um na caminhada da vida e que o amanhã seja tão resplendoroso quanto foi o hoje.

Obrigado!

## RESUMO

A fase de formação do cafeeiro está entre as práticas mais onerosas para o produtor, tendo o controle das plantas daninhas, bem como a manutenção e ou reposição de água às plantas, papel significativo no desenvolvimento das plantas e nos custos da produção. Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar a viabilidade técnica e econômica da malha permeável na formação de lavouras de cafeeiro arábica com irrigação. O experimento foi instalado e desenvolvido no setor de cafeicultura do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com 6 repetições. Os tratamentos foram: com malha e com irrigação (CMCI); com malha e sem irrigação (CMSI); sem malha e com irrigação (SMCI); e sem malha e sem irrigação (SMSI). As plantas utilizadas foram do cultivar Catuai Amarelo IAC 62 e o espaçamento adotado foi de 0,70 x 3,50 metros, totalizando 720 plantas. Conclui-se que o cafeeiro CMCI e CMSI apresentaram os melhores resultados de desenvolvimento do cafeeiro em todas as variáveis analisadas, em comparação com SMSI. Na condução do cafeeiro, a redução de despesa com mão de obra no segundo ano, atingiu 60,61% para o cafeeiro CMCI e 65,61% para CMSI, SMCI foi 13,64% superior para o mesmo ano. Cada tecnologia gerou nos 2 anos gastos totais (mão de obra e investimentos), na ordem de R\$ 24.890,08/ha (CMCI), R\$ 9.445,66/ha (CMSI), R\$ 19.336,86/ha (SMCI), estando todos superiores ao SMSI, que teve uma despesa com mão de obra no valor de R\$ 3.778,83/ha. Percebe-se que tanto a malha, quanto a irrigação apresentaram resultados favoráveis, a primeira pela redução na mão de obra de condução, a segunda pela reposição de água às plantas e ambas contribuindo com o desenvolvimento do cafeeiro, podendo tornar-se mecanismos viáveis aos produtores de nossa região, a partir dos ganhos produtivos proporcionados pelo melhor desenvolvimento do cafeeiro.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*; Malha; Irrigação; Custos; Manejo de plantas daninhas.

## ABSTRACT

The training stage of coffee is among the most costly practices for the producer, having the weed control, as well as the maintenance and / or replacement of water for plants, a significant role in plant development and production costs. Thus, the objective of this research was to evaluate the technical and economic viability of the permeable mesh in the formation of arabica coffee crops with irrigation. The experiment was installed and developed in the coffee sector of IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho. The experimental design was randomized blocks (RBD) with 6 replicates. The treatments were: with mesh and with irrigation (WMWI); with mesh and without irrigation (WMWOUT); without mesh and with irrigation (WOUTMWI); and without mesh and without irrigation (WOUTMWOUTI). The plants used were of the cultivar Catuai Amarelo IAC 62 and the spacing adopted was 0.70 x 3.50 meters, totaling 720 plants. It was concluded that the WMWI coffee and WMWOUTI coffee presented the best coffee development results in all variables analyzed, compared to WOUTMWOUTI. In the coffee production, the reduction of manpower costs in the second year reached 60.61% for WMWI coffee and 65.61% for WMWOUTI coffee, WOUTMWI coffee was 13.64% higher for the same year. Each technology has generated in 2 years total expenses (manpower and investments), in the order of R\$ 24,890,08/ha (WMWI), R\$ 9,445,66/ha (WMWOUTI), R\$ 19,336,86/ha (WOUTMWI), all above the WOUTMWOUTI, which had a cost with manpower the value of R\$ 3,778,83/ha. It can be noticed that both the mesh and the irrigation showed favorable results, the first one by the reduction of the manpower, the second by the replenishment of water to the plants and both contributing to the development of the coffee, may become viable mechanisms for producers of our region, from the productive gains offered by the better development of coffee.

**Keywords:** *Coffea arabica*; Mesh; Irrigation; Costs; Weed Management.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Limpeza da área para instalação da Malha.....	17
Figura 2 - Esticando a malha na linha do cafeeiro.....	17
Figura 3 - Efetivação do corte semicírculo e instalação da malha.....	18
Figura 4 - Fixando a malha ao solo.....	18
Figura 5 - Modelos Alternativos para estimativa de ET0.....	19
Figura 6 - Manejo da Irrigação (Balanço de água no solo com TR Fixo).....	20

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Médias detalhando a influência de cada tratamento sobre a ATP nas quatro medições realizadas.....	23
TABELA 2 - Médias detalhando a influência de cada tratamento sobre o DCA nas quatro medições realizadas.....	24
TABELA 3 - Médias detalhando a influência de cada tratamento sobre o DCO nas quatro medições realizadas.....	24
TABELA 4 - Investimentos e despesas de condução das lavouras no primeiro ano, dos Tratamentos Com Malha e Sem Malha.....	27
TABELA 5 - Investimentos e despesas de condução das lavouras no segundo ano, nos quatro tratamentos.....	27
TABELA 6: Investimentos e despesas de condução das lavouras nos dois anos, (março de 2016 a dezembro de 2017), nos quatro tratamentos.....	29

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	O Café no Brasil – Breve Histórico.....	11
2.2	Irrigação e malha permeável na agricultura.....	12
2.3	Redução de custos e aumento de produtividade.....	13
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	Características da área experimental.....	16
3.2	Implantação da cultura, condução e tratos culturais.....	16
3.3	Tratamentos e delineamento experimental.....	16
3.4	Instalação da malha e mangueiras de Irrigação.....	17
3.5	Caracterização do clima, irrigação e umidade do solo.....	18
3.6	Balanço Hídrico Climatológico.....	19
4	ANÁLISES FITOTÉCNICAS E GERENCIAL.....	21
4.1	Altura Total das Plantas.....	21
4.2	Diâmetro Médio de Copa.....	21
4.3	Diâmetro de Caule.....	21
4.4	Análises de Custos.....	21
4.5	Análises estatísticas.....	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

O café está entre os principais produtos agrícolas desenvolvidos em solo brasileiro, sendo responsável por uma grande parte da geração de emprego e distribuição de renda. Está implantado praticamente por todo o território nacional, com destaque para Minas Gerais e Espírito Santo, respectivamente principais produtores de Cafés Arábica e Robusta.

Dados da CONAB 2018, mostram que a safra brasileira de café para o mesmo ano, poderá ter um acréscimo de até 30%, em relação ao ano anterior, podendo chegar a 58,1 milhões de sacas de café beneficiado. Destas, aproximadamente 45 milhões de sacas serão de café arábica, sendo que Minas Gerais será responsável por aproximadamente 31 milhões destas, o que pode gerar uma receita bruta em torno de R\$ 13,16 bilhões.

A produção de café sempre esteve relacionada a regiões de clima, solo e temperaturas ideais. Hoje, no entanto, novas tecnologias são utilizadas visando a produção sustentável da cultura cafeeira. Estas tecnologias, além de mitigar os efeitos das mudanças climáticas, buscam uma redução nos custos de produção.

Neste contexto verificamos um aumento crescente na utilização da irrigação do cafeeiro, seja por área total, como ocorre em grandes fazendas com topografia menos acidentada ou localizada por gotejamento, já é bem utilizada nas lavouras do sul de Minas. A irrigação tem como objetivo principal suprir a perda de água pelo processo da evapotranspiração das plantas, gerando condições para que se tornem mais produtivas e rentáveis.

A formação do cafeeiro é a fase que mais onera o custo de produção da lavoura, principalmente pela utilização elevada da mão de obra braçal, em especial no controle das ervas daninhas na linha do cafeeiro. A erradicação destas geralmente são feitas pela utilização de herbicidas sistêmicos, prejudiciais aos solos, as plantas e ao homem ou através de capinas regulares com o uso de enxadas, que demandam de um número considerável de trabalhadores braçais elevando o custo de produção.

Assim, como alternativa para redução de custos de produção da lavoura cafeeira no Sul de Minas, na busca de uma alternativa de controle da erva daninha na linha do cafeeiro, analisamos a viabilidade técnica e econômica da malha permeável na formação de lavouras de cafeeiro arábica com irrigação.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 O Café no Brasil – Breve Histórico

O café foi introduzido no Brasil em maio de 1727, sendo uma das poucas culturas com data certa de sua introdução, dados do Instituto Agrônomo de Campinas – (IAC 2007). Matiello (1991) e Martins (2012) confirmam a chegada do café a Belém no mesmo ano. O governador do Maranhão e Grão Pará, solicitou ao Sargento Mor Francisco de Melo Palheta, que aproveitasse a missão militar à Guiana Francesa relacionada a incidentes sobre a linha demarcatória Brasil – Guiana, para que trouxesse material para reprodução de café, dado, já nesta época, o seu grande valor comercial (ABIC, 2009; DUARTE et al., 2015).

Chegando em nosso país, as primeiras mudas foram plantadas em Belém do Pará e devido ao clima favorável, logo se espalhou por outros estados como Maranhão, Ceará, Pernambuco e Bahia (IAC, 2007; ABIC, 2016). Ainda segundo dados da ABIC e do IAC, o café chegou à região sudeste, tendo o estado do Rio de Janeiro como porta de entrada. Do Rio expandiu-se para os estados de São Paulo e Minas Gerais e depois para o Paraná e Espírito Santo.

Matas foram derrubadas, estradas abertas, povoados criados. Através da exploração da mata virgem com solo rico em nutrientes e da utilização de mão de obra escrava, criaram-se as primeiras oligarquias escravocratas (MARTINS, 2012). Em um curto espaço de tempo, o café passou de produto secundário para produto base da economia brasileira, sendo desenvolvido de forma independente, tornando-se a primeira realização exclusivamente brasileira que visou à produção de riquezas (MARTINS, 2012; ABIC, 2016). Por aproximadamente cem anos, o café foi o principal produto brasileiro e os recursos gerados pela economia cafeeira impulsionaram o desenvolvimento de nosso país inserindo-o, de vez, nas relações internacionais de comércio (MARTINS, 2012).

A produção de café intensificou a vinda de imigrantes, fortalecendo a classe média, diversificando os investimentos e impulsionando os movimentos culturais. Durante décadas o Brasil se desenvolveu graças ao hábito de tomar um cafezinho, servido nos cafés de todo mundo. Espalhou nossa cultura pelo interior, possibilitou a construção de fábricas, promoveu a miscigenação racial, dominou partidos políticos, derrubou a monarquia e aboliu a escravidão (MARTINS, 2012).

Como foi implantado sem um estudo mais aprofundado e em regiões inadequadas para seu cultivo, a cafeicultura do Centro-Sul do Brasil começou a ter problemas por volta de

1970 (IAC, 2007; Martins, 2012; ABIC, 2016), quando uma grande geada atingiu as propriedades do Oeste paulista e Norte do Paraná ocasionando perdas incalculáveis. Depois de uma longa crise, a cafeicultura nacional se reorganizou e os produtores, indústrias e exportadores voltaram a alimentar esperanças de um futuro melhor.

A busca pela região ideal para a cultura do café se estendeu por todo o país, firmando-se em regiões do Estado de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Bahia e Rondônia. (ABIC, 2009; MARTINS, 2012).

O café continua a ser um dos produtos agrícolas mais importantes para a nossa economia e é, sem dúvida, o mais brasileiro de todos (MARTINS, 2012). Segundo a ABIC (2016), atualmente o Brasil é o primeiro produtor e o segundo consumidor mundial do produto, tendo Minas Gerais como seu maior produtor.

## **2.2 Irrigação e malha permeável na agricultura**

O café chegou às montanhas mineiras e encontrou solo, clima e altitude ideais ao seu desenvolvimento. Para Martins et al. (2007), o plantio do café está associado à regiões de clima e balanço hídrico favorável. Perdoná et al. (2012), corroboram esta informação dizendo que o café se desenvolveu em regiões de solo, temperatura, altitude e disponibilidade hídrica favorável.

Regiões antes vistas como impróprias para o cultivo do café, devido principalmente as longas estiagens (ROTONDANO, 2005; MARTINS et al., 2007), atualmente se transformaram em regiões produtivas, principalmente pela utilização da irrigação, seja por gotejamento ou por pivô central. O primeiro tem como principais vantagens a economia de energia e água, baixa utilização de mão de obra, grande potencial de automatização, manutenção da água no solo, fácil adaptação aos diversos tipos de solos, já o segundo é bem disseminado nas grandes fazendas, localizadas em regiões com abundância de água e com topografia menos acidentada (SILVA et al., 2003; MARTINS et al., 2007; BLISKA et al., 2009; FERNANDES et al., 2012). De acordo com Mantovani e Soares (2003), a cafeicultura irrigada ocupa cerca de 10% da cafeicultura brasileira, sendo recomendada na maioria das regiões produtoras do país.

A irrigação apesar de contribuir com aumento de produtividade do cafeeiro, ainda encontra certa resistência dos produtores de nossa região, devido principalmente aos elevados custos iniciais para sua implantação. Para Da Silva et al. (2015), o pouco uso da irrigação está

ligado a falta de conhecimento dos produtores e ao alto investimento inicial para sua instalação. Bonomo et al. (2000) e Silva et al. (2003), afirmaram que a irrigação necessita de investimentos consideráveis e está associada à utilização intensiva de insumos.

Para Oliveira et al. (2010), a irrigação pode proporcionar menores riscos e maior eficiência na utilização e aplicação de insumos, proporcionando maior produtividade e melhor qualidade do produto. Karasawa et al. (2002), verificaram influencia no aumento da produtividade e na qualidade da bebida. Para Santos (2004), o aumento da produtividade só ocorre se houver uma integração entre todos os componentes do sistema de produção.

Para Martins et al. (2007) a irrigação apesar de gerar benefícios produtivos é responsável por grande parte da água consumida no mundo. Assim, outras formas de manejo do cafeeiro são estudados de forma a mitigar os efeitos das mudanças climáticas que estão acontecendo nos últimos anos.

A utilização de cobertura de solo é uma prática bem utilizada por produtores de diversas culturas. Além de atuar no controle das plantas invasoras, ajudam na manutenção e retenção da água no solo, gerando plantas mais saudáveis e produtivas.

Gonçalves et al. (2005) avaliando só efeitos da cobertura de solo na cultura da alface, verificaram que as plantas com cobertura consumiram até 34% menos água que as plantas sem cobertura de solo com plástico. Branco et al. (2010) em trabalho com cobertura do solo em hortaliças, verificou benefícios de sua utilização, tais como, controle das plantas invasoras, menor evaporação da água do solo, economia de água da irrigação e diminuição do custo de produção. Perceberam ainda que, a cobertura de solo com o mulching plástico teve efeitos positivos na produção de tomateiro, alface-crespa, feijão vagem e repolho.

Dantas, Medeiros e Freire (2011), em trabalho sobre os efeitos do uso de cobertura de solo na produção de meloeiros, verificaram que o uso de filmes plásticos fora benéficos para esta cultura, proporcionando um aumento expressivo na produtividade, além de agregarem cerca de 20% no peso médio dos frutos.

Pasa e Fachinello (2014), estudando os efeitos da cobertura de solo em mirtilheiros, verificaram benefícios, tais como: aumento do número de frutas, produção por planta e produtividade por hectare e incremento no diâmetro, número médio de hastes e altura das plantas estudadas, justificando o custo de instalação da cobertura.

### **2.3 Redução de custos e aumento de produtividade**

Costa et al. (2015) observam que, com a instabilidade do mercado, a gestão de

custos se torna muito importante para a continuidade da atividade cafeeira por parte dos produtores. Dizem ainda que o café, dadas todas suas particularidades, necessitam de um maior rigor na análise e interpretação dos resultados de custos.

Para Nasser et al. (2012), a cafeicultura demanda de pesquisas que apresentem não apenas resultados atribuídos a parte técnica, mas também de análise econômica. Em seus estudos, elaboraram planilhas individuais para cada ano de formação e produção, definindo os três primeiros anos como sendo de implantação e formação do cafezal.

Duarte et al. (2015), citando o Agriannual (2000-2009), considera que o período de formação da lavoura é o que representa o maior custo dentre todos os anos de seu cultivo. Reis et al. (2001), ratificam os estudos de Silva e Reis (2001) informando que a etapa de formação da lavoura é a que mais onera os custos fixos de produção, nos custos variáveis, destaque para as despesas com mão de obra.

Bliska et al. (2009) verificaram crescimento na demanda por pesquisas de custo de produção, rentabilidade e competitividade. França et al. (2010) corrobora desta informação. Para Santinato et al. (2015), a opção para a cafeicultura moderna é a otimização dos processos com aumento da produtividade e redução dos custos. Duarte et al. (2015), diz que a rentabilidade do produtor rural está ligada diretamente com o bom gerenciamento dos custos de produção. Este talvez seja o grande desafio da cafeicultura: lavouras produtivas, rentáveis e lucrativas (FRANÇA et al., 2010).

Bliska et al. (2009) em trabalho sobre custo de produção, informam que o agronegócio do café internalizou novas técnicas de produção, preparo, pós-colheita, industrialização e comercialização, procedimentos estes, que impactam positivamente sobre a produtividade, competitividade e qualidade final dos grãos.

O bom desenvolvimento do cafeeiro pode agregar lucros ao produtor. Silvarolla et al. (1997) perceberam relação direta da produtividade com a altura das plantas, diâmetro de copa e número de nós dos ramos plagiotrópicos. Martinez et al. (2007), verificaram relação positiva com a altura da planta.

O grande problema da cafeicultura moderna talvez seja, porém, os altos custos para se produzir uma saca de café beneficiado, os quais estão diretamente relacionados ao nível de modernização do processo produtivo de cada região/propriedade. Bliska et al. (2009) cita a diversidade do produto café em cada estado produtor, informando que os diferentes segmentos da cadeia produtiva possuem pacotes e emprego de níveis tecnológicos distintos, repercutindo diretamente sobre os custos de produção e de competitividade.

Outros processos, porém, são mais difíceis de serem mecanizados, principalmente

em regiões de topografia acidentada. Plantio, replantio e controle de ervas daninhas estão entre as etapas mais importantes para se ter uma lavoura de produção elevada, aliada, é claro, aos tratos culturais adequados a cada região. Ronchi, Silva e Ferreira (2001), estudando formas de manejo das plantas daninhas, verificaram que os produtores adotam práticas errôneas de erradicação, inclusive com eliminação de todas as plantas daninhas da linha do cafeeiro, o que além de deixar o solo descoberto, não se trata de prática sustentável.

Não encontramos, ainda, algo que possa substituir a mão de obra braçal, no que diz respeito aos itens citados anteriormente, principalmente na condução da linha do cafezal, em especial na fase de formação, onde o manejo inadequado das plantas daninhas pode prejudicar o desenvolvimento do cafeeiro (FRANÇA et al., 2010). Terra et al. (2003) corroboram com a mesma informação considerando que a fase inicial do cafeeiro, compreendida até o segundo ano após o plantio, é a mais sensível à interferência das plantas daninhas, principalmente na linha do cafeeiro.

A utilização de plantas de cobertura na entrelinha do cafeeiro é um tipo de manejo bem aceito pelos produtores. Segundo a Embrapa (2008), esta forma de manejo consiste em plantar na entrelinha do cafeeiro culturas anuais ou perenes com objetivo de controlar as plantas daninhas, gerando benefícios à lavoura cafeeira. Mantendo o solo mais fresco, principalmente nas épocas quentes do ano, atua no controle da evaporação e perda da umidade do solo, assim como no controle das plantas invasoras, que prejudicam o desenvolvimento das plantas de café (MORAIS et al., 2015). Para a Embrapa (2008), o controle inadequado das plantas daninhas pode provocar perdas de até 60% na produtividade das lavouras cafeeiras.

Notamos que os produtores, de forma geral, adotam os mais variados tipos de manejo na entrelinha do cafeeiro, sempre buscando uma melhoria nos processos produtivos, no entanto, na linha do cafeeiro, principalmente, na fase de formação, percebe-se o manejo de forma tradicional, ou seja, com uso de enxadas ou herbicidas de pré ou pós emergência.

Assim, pelo pouco conhecimento da cobertura de solo e seus efeitos em lavouras permanentes, e dados os resultados positivos encontrados em outras culturas, espera-se que a malha permeável em polipropileno agregue valor à cultura cafeeira. Desta forma, analisamos a viabilidade técnica e econômica da utilização da malha permeável na formação de lavouras de cafeeiro arábica com utilização de irrigação, trabalhando na redução de custos de formação das lavouras pela diminuição do uso da mão de obra na condução da linha do cafeeiro, aliada aos ganhos produtivos proporcionados pela redução da evapotranspiração.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Características da área experimental**

O experimento foi instalado e está sendo conduzido no Setor de Cafeicultura do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho, localizado na cidade de Muzambinho, Sul de Minas Gerais. A área experimental encontra-se localizada a 21° 35' 01" de latitude Sul e a 46° 52' 31" de longitude Oeste. O clima da região é classificado, de acordo com a metodologia proposta por Koppen, como Cwb, temperado úmido, com verão moderadamente quente e inverno seco, temperatura média de 21,5 °C, precipitação média anual foi de 1241 mm, altitude de 1.006 metros (APARECIDO; SOUZA, 2017). O solo da área é classificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico (LVAd), textura argilosa.

#### **3.2 Implantação da cultura, condução e tratamentos culturais**

Na implantação do experimento, foram utilizadas mudas de cafeeiros (*Coffea arabica*) cultivar Catuaí Amarelo IAC-62, com seis meses de idade. O plantio das mudas ocorreu em março de 2016, sendo que, o espaçamento utilizado foi de 3,50 x 0,7 m. As adubações foram feitas com base em análise de solo, sendo utilizada adubação visando alto crescimento e produtividade do cafeeiro. Os tratamentos fitossanitários foram realizados conforme a necessidade da cultura, utilizando-se produtos recomendados e registrados para tal finalidade.

#### **3.3 Tratamentos e delineamento experimental**

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC) com 4 tratamentos e 6 repetições. Os tratamentos constaram de: Lavoura Com Utilização da Malha e Com Irrigação (CMCI); Lavoura Com Utilização da Malha e Sem Irrigação (CMSI); Lavoura Sem Utilização da Malha e Com Irrigação (SMCI); Lavoura Sem Utilização da Malha e Sem Irrigação (SMSI).

Foram empregadas 30 plantas por tratamento, sendo dispostas em três linhas com 10 plantas em cada linha, totalizando 120 plantas por bloco. Os tratamentos foram sorteados dentro de cada bloco, sendo consideradas úteis as 4 plantas centrais da linha do meio de cada tratamento.

A irrigação foi realizada através de sistema de gotejamento, observando-se turnos fixos de irrigação de três em três dias. Nos tratamentos irrigados, os valores das lâminas a serem aplicadas são calculados pela expressão:

$$Li = (Et_0 Kc) - PE$$

onde:

Li= Lâmina, em mm, a ser aplicada no tratamento;

Et<sub>0</sub>= valor acumulado da Evapotranspiração de Referência calculado pelo método de Penman Monteith (ALLEN et al., 1998), no período entre as irrigações sucessivas;

Kc= coeficiente de cultura do café utilizado para efetivação dos cálculos = (0,9);

Pe= Precipitação efetiva acumulada ocorrida no período entre as irrigações sucessivas.

### 3.4 Instalação da malha e mangueiras de irrigação

Após a finalização do plantio em março de 2016, fez-se a instalação da malha permeável em polipropileno (Figura 1, 2, 3 e 4). Primeiramente, foi realizada a limpeza manual da linha do cafeeiro a uma largura aproximada de 80 cm em ambos os lados da linha. Com a utilização de enxadas, retiraram-se paus, pedras e terrões, deixando a área para instalação da malha de forma mais plana e limpa possível. Em seguida, esticou-se a malha por toda a extensão inferior da linha, dobrando-se as laterais e fixando-as ao solo, com terra e/ou terrões retirados na etapa anterior, de forma que o centro da malha ficasse próximo aos pés de café já plantados.

*FIGURA 2: Limpeza da Área*



*FIGURA 1: Esticando a malha*



No centro da malha, junto a cada planta de café, procedeu-se com um corte semicírculo, tipo meia lua, de aproximadamente 20 cm de comprimento, por 5 cm de profundidade, de forma que nesta abertura fosse possível a passagem pelas mudas de café. Abriu-se a malha, vestindo as aberturas em cada planta. Prendeu-se a malha ao solo, com utilização da terra retirada na limpeza inicial, primeiramente no início e no final da malha em ambos os lados da linha do cafeeiro e depois em intervalos a cada 3 metros, de forma que não

*FIGURA 3: Corte e instalação*



*FIGURA 4: Fixação ao solo*



houvesse interferência do vento.

Com a enxada, colocou-se uma pequena quantidade de terra por toda lateral da malha, de forma que esta agisse como um fixador no solo, primeiro na parte superior e depois na parte inferior da linha do cafeeiro.

As mangueiras de irrigação foram instaladas no início de 2017, ou seja, um ano após o plantio, adotando os seguintes procedimentos. Estenderam-se as mangueiras ao longo das linhas do cafeeiro, para proceder com a fixação destas à rede central. Após a fixação à rede central, esticaram-se as mangueiras de forma a manter a uniformidade por toda a linha do cafeeiro. Próximo aos pés de café foram feitos os furos para a instalação dos gotejadores. Prosseguiu-se com a instalação dos gotejadores e, antes de fechar e fixar a parte final das mangueiras em cada linha, o sistema foi ligado, de forma que a água retirasse de dentro das mangueiras, objetos possíveis de obstrução ou entupimento dos gotejadores.

### **3.5 Caracterização do clima, irrigação e umidade do solo**

Os dados meteorológicos foram monitorados, diariamente, numa estação instalada próxima a área experimental, que forneceu as variáveis climatológicas necessárias para o

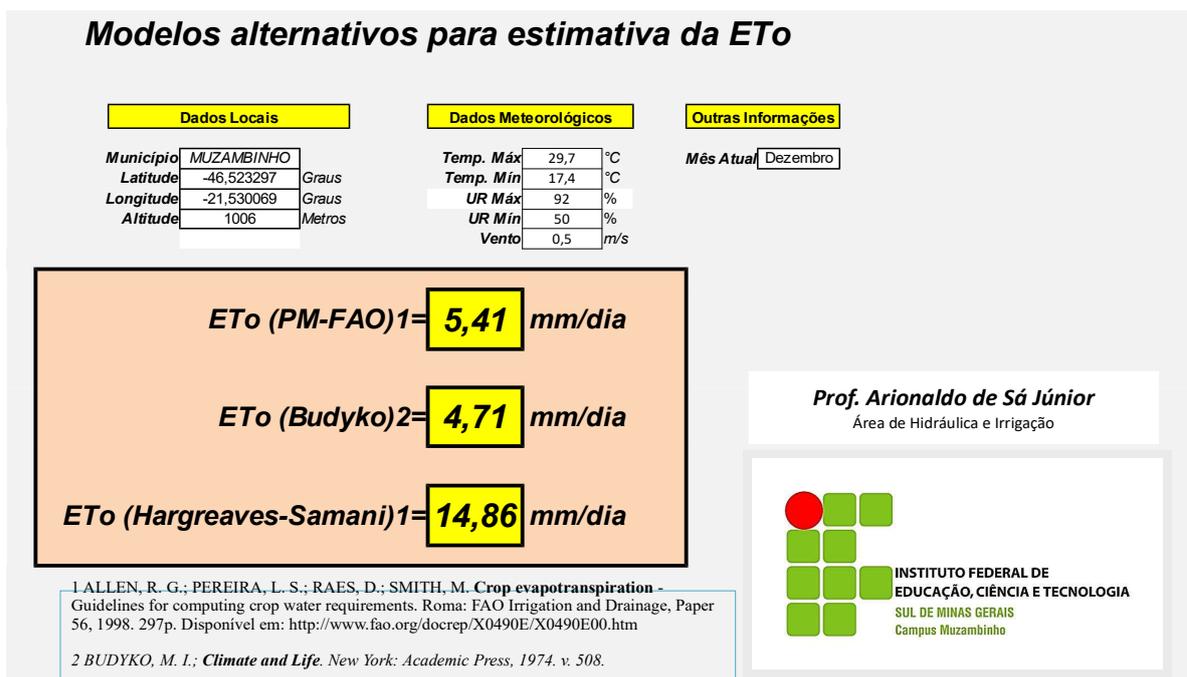
cálculo da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>).

O sistema de irrigação constou de uma unidade central de controle (sistema de bombeamento, filtros de areia e tela, manômetros e conexões), linha principal de tubos PVC, PN 80, linhas de derivação de PVC, PN 40, linhas laterais com tubo flexível de polietileno, PN 40 e registros. Os gotejadores inseridos nas linhas laterais têm vazão de 6,0 L h<sup>-1</sup>, espaçados uniformemente de 0,7 m em cada linha. O sistema foi avaliado no início do experimento quanto à uniformidade de distribuição de água.

### **3.6 Balanço Hídrico Climatológico**

Para a realização do balanço hídrico, foram coletadas, diariamente, as variáveis meteorológicas, temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, ambos em °C, umidade relativa máxima e mínima, velocidade média do vento a dois metros e precipitação pluviométrica em milímetros. Com essas variáveis, diariamente realizou-se a estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) pelo método Penman-Monteith Padrão FAO (ALLEN, 1998), com emprego de planilhas de manejo de irrigação (Figura 5 e 6), desenvolvidas por professores da área de hidráulica e irrigação do IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. O balanço hídrico de cultivo foi calculado como proposto por Thornthwaite e Mather (1955). No intervalo de 3 em 3 dias realizou-se a somatória da ET<sub>0</sub>, retirou-se a quantidade de precipitação, encontrando-se a lâmina padrão de irrigação (100%).

FIGURA 5: Modelos Alternativos para Estimativa da ETo



A estação meteorológica, na qual se coletaram os dados, é automatizada, do tipo “Davis Vantage Pro 2”, localizada nas coordenadas geográficas: latitude 21°18’00”S e longitude 46°30’00”W, com 1033 metros de altitude média.

FIGURA 6: Manejo da Irrigação (Balanço de água no solo com TR fixo)

### Manejo da Irrigação (Balanço de água no solo com TR fixo)

Método de irrigação = Localizada  
Sistema de irrigação = Gotejamento  
Eficiência do sistema = 80%  
Vazão Gotejador = 6 l/h  
Nº Got. p/ Planta = 1  
Espaçamento = 0,7 x 3,5 m  
Fração molhada = 35%  
P. Ef. Radicular (Z) = 35 cm  
Coef. de Cultivo (Kc) = 0,9  
Int. de Aplicação = 7 mm/h

	Eto (mm/dia)	Precipitação
1º dia =	4,0	0,0
2º dia =	5,0	0,0
3º dia =	2,5	7,4
<b>Soma =</b>	<b>11,5</b>	<b>7,4</b> mm

#### Cálculo dos Armazenamentos

ArmAtual = Erro:520 mm  
ArmMáx = Erro:520 mm

#### Cálculo da Lâmina de Irrigação

Lâmina Bruta = 12,9 mm

#### Balanço da Lâmina Necessária

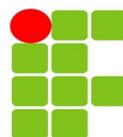
Bal = 5,5 mm

#### Observação:

Altere apenas as células em branco!

#### Cálculo do Tempo de Irrigação

1º Tratamento (125%)	1,0	Horas
2º Tratamento (100%)	0,8	Horas
3º Tratamento (75%)	0,6	Horas
4º Tratamento (50%)	0,4	Horas



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
SUL DE MINAS GERAIS  
Campus Muzambinho

#### Condições Propostas para o Manejo da Irrigação

- 1 - O manejo da irrigação foi calculado a partir da reposição da lâmina d'água evapotranspirada (ETo), corrigida a partir da Evapotranspiração da cultura (ETc).
- 2 - A estimativa da evapotranspiração de referência está pautada e está fundamentada na metodologia proposta pelo modelo PM-FAO Missing Data (Vide referência na planilha da ETo).
- 3 - Foi adotado o turno de rega fixo em 3 dias

prof. Arinaldo de Sá Júnior  
etor de Hidráulica e Irrigação  
[rionaldo.sa@ifsuldeminas.edu.br](mailto:rionaldo.sa@ifsuldeminas.edu.br)  
35) 88711202 / 91432243

## **4 ANÁLISES FITOTÉCNICAS E GERENCIAL**

### **4.1 Altura Total das Plantas**

A partir da diferenciação dos tratamentos, que ocorreu no mês de março de 2017 até dezembro de 2017, foram feitas medições trimestrais de altura das plantas em centímetros. Para estas medições foram utilizadas réguas em todas as parcelas, sendo medida a altura total do ramo ortotrópico a partir do nível do solo.

### **4.2 Diâmetro Médio de Copa**

Foram realizadas medições trimestrais do diâmetro de copa em centímetros (com o uso de réguas), em todas as parcelas. Na linha do cafeeiro, foram feitas as medidas longitudinal e transversal do maior ramo plagiotrópico que continha folhas verdes, sendo uma planta sem folhas verdes, considerada como uma planta sem copa.

### **4.3 Diâmetro de Caule**

Foram feitas medições trimestrais de diâmetro do caule em milímetros a 0,5 cm do solo (usando paquímetro digital), em todas as parcelas avaliadas.

### **4.4 Análises de Custos**

Na análise administrativa e gerencial, parte fundamental deste trabalho, avaliamos as despesas com mão de obra e os investimentos na fase de formação da lavoura, com emprego de uma nova tecnologia. Neste sentido foram analisados os seguintes itens de custos: valor do metro quadrado de malha, hora do trabalhador para implantação da malha, hora do trabalhador para manutenção das lavouras com e sem malha, valor gasto com infraestrutura de irrigação, valor gasto com mangueiras e gotejadores, hora do trabalhador para implantação do sistema de irrigação e ganhos produtivos relacionados às análises fitotécnicas.

### **4.5 Análises estatísticas**

Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise de variância para

experimentos conduzidos no delineamento em blocos casualizados. Para a análise de variância, utilizou-se o teste F e quando apresentou significância, as médias foram comparadas pelo teste Scott & Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional “SISVAR” (FERREIRA, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas quatro medições entre março a dezembro de 2017 para Altura Total das Plantas (ATP), pois, mesmo com a instalação da malha em março de 2016, época do plantio do cafeeiro, foi somente em março de 2017 que ocorreu a diferenciação dos tratamentos, com início da irrigação do cafeeiro. Verificaram-se diferenças significativas entre os tratamentos nas quatro medições realizadas, em nível de 5% de probabilidade para a variável analisada.

Pelo teste de comparação de médias (TAB. 1) percebe-se que a ATP do cafeeiro foi influenciada, significativamente, pelos tratamentos em todas as medições realizadas. Observou-se, ainda que CMCI apresentou a maior altura de plantas nas duas últimas avaliações. Nas duas primeiras avaliações, os tratamentos CMCI e CMSI foram iguais estatisticamente e superior aos demais tratamentos.

TABELA 1: Altura total de plantas em função dos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Altura Total das Plantas (cm)			
	03/2017	06/2017	09/2017	12/2017
CMCI	53,04 A	62,75 A	73,25 A	87,54 A
CMSI	53,08 A	62,12 A	64,33 B	81,41 B
SMCI	45,70 B	54,50 B	62,91 B	75,66 B
SMSI	46,00 B	55,12 B	57,91 C	73,00 C
C.V. (%)	10,75	9,40	8,66	5,91

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Na primeira medição, a ATP das plantas cultivadas nos tratamentos CMCI e CMSI apresentaram crescimento semelhante, respectivamente com crescimento na média de 15,30 e 15,39% a mais que as plantas SMSI e SMCI. Este comportamento manteve-se na segunda avaliação, onde as plantas cultivadas em CMCI e CMSI foram, respectivamente, de 13,84 e

12,70% melhores que SMSI e SMCI (TAB. 1).

Na terceira medição, em setembro de 2017 e na quarta, em dezembro de 2017, verificou-se que houve efeito da malha e da irrigação na ATP do cafeeiro (CMCI), sendo que a interação entre elas apresentou o melhor crescimento das plantas em comparação aos demais tratamentos, apresentando ganhos entre 3,64 e 19,92% (TAB. 1)

O efeito do emprego da malha (CMSI e CMCI) foi observado entre o mês de março e junho (TAB. 1), onde as plantas mantidas nestes tratamentos apresentaram maior ATP quando comparadas as plantas mantidas nos demais tratamentos (SMSI e SMCI). A partir de setembro o efeito da combinação do emprego da malha e da irrigação (CMCI) apresentou maior ATP em relação aos demais tratamentos em todos os períodos avaliados (TAB. 1).

Para o Diâmetro de Caule (DCA) verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos nas quatro medições realizadas, a 5% de probabilidade (TAB. 2). Observou-se que as plantas mantidas em CMCI apresentou maior DCA na última medição, sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos. Nas três primeiras medições, os melhores resultados encontrados para o DCA das plantas foram observados nos tratamentos com malha (CMCI e CMSI).

TABELA 2: Diâmetro do caule em função dos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Diâmetro de Caule (mm)			
	03/2017	06/2017	09/2017	12/2017
CMCI	13,77 A	19,60 A	23,06 A	27,90 A
CMSI	14,29 A	20,46 A	21,98 A	24,48 B
SMCI	11,56 B	17,10 B	18,48 B	22,12 C
SMSI	11,68 B	17,48 B	18,39 B	20,43 D
C.V. (%)	14,22	19,09	15,17	8,26

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott.

Na primeira avaliação, as plantas cultivadas em CMCI e CMSI apresentaram melhor crescimento de DCA, atingindo respectivamente 17,89 e 22,35% a mais que as plantas SMSI. O mesmo foi observado na medição de junho e de setembro, onde nota-se que a presença da malha continuou proporcionando DCA superior, se comparado às plantas cultivadas na ausência de malha, não havendo, desta forma, interferência da irrigação no DCA do cafeeiro nestas avaliações. Os percentuais de desenvolvimento do DCA das plantas cultivadas com malha, em relação à SMSI, nestas duas avaliações foram, respectivamente, de 12,13 e 25,39% para CMCI e 17,05 e 19,52% para CMSI (TAB. 2).

Na última avaliação, foi observado que o emprego da malha na presença de irrigação (CMCI) promoveu maior crescimento do DCA das plantas (TAB. 2), sendo melhor que SMSI (36,56%), CMSI (19,82%) e SMCI (8,27%). Comparando-se o efeito dos tratamentos CMSI e SMCI, nota-se que a malha promoveu maior DCA das plantas em todo o período avaliado (TAB. 2).

O Diâmetro de Copa (DCO) do cafeeiro (TAB. 3) foi influenciado significativamente pelos tratamentos, em todas as medições realizadas ( $p \leq 0,05$ ). Observou-se ainda na TAB. 3 que CMCI apresentou o maior crescimento do DCO nas duas últimas medições.

TABELA 3: Diâmetro da copa das plantas em função dos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Diâmetro de Copa (cm)			
	03/2017	06/2017	09/2017	12/2017
CMCI	63,62 A	85,14 A	95,16 A	118,75 A
CMSI	62,81 A	85,41 A	76,79 B	111,56 B
SMCI	49,19 B	62,37 B	61,85 C	81,66 D
SMSI	49,14 B	69,04 B	59,12 C	88,50 C
C.V. (%)	15,66	16,09	17,23	1,50

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott

Nas duas primeiras avaliações foi observado que as plantas cultivadas com o emprego de malha (CMCI e CMSI) apresentaram maior DCO quando comparado com as plantas crescendo na ausência de malha (SMCI e SMSI) (TAB. 2). As plantas crescendo em que CMCI e CMSI apresentaram ganho em março (29,26 e 27,82 %) e em junho de (23,32 e 23,71%) em relação ao DCO quando comparado com as plantas controle (SMSI) (TAB. 2).

Em setembro de 2017, foi observada a maior diferença entre os tratamentos, onde as plantas mantidas em CMCI apresentaram maior crescimento do DCO, sendo 60,96% superior em relação às plantas controle (SMSI) (TAB. 3).

De maneira geral, nas duas últimas avaliações o emprego da malha com irrigação (CMCI) proporcionou plantas com maior crescimento vegetativo (ATP, DCA e DCO) quando comparada as plantas mantidas no tratamento controle (SMSI) (TAB. 1, 2 e 3). Outro fator a ser levado em conta, neste mesmo intervalo de tempo, é que na ausência de irrigação, o uso de malha (CMSI) torna-se alternativa viável na fase inicial da cultura do café, pois as plantas mantidas nestas condições apresentaram crescimento vegetativo superior às plantas controle (SMSI) (TAB. 1, 2 e 3).

Perdoná et al. (2012), em trabalho sobre irrigação e certificação no centro oeste

paulista, verificaram relação positiva da altura e o diâmetro de caule nos três primeiros anos de produção. Esta mesma correlação foi encontrada no presente estudo onde as plantas com maior altura apresentaram maior diâmetro de caule (TAB. 1 e 2). Estes autores relataram ainda que as plantas mantidas sobre influencia de irrigação apresentaram maior altura que as plantas mantidas na ausência de irrigação, aos 24 meses de cultivo, apresentando ganhos de 27 cm em média. A altura das plantas cultivadas sob irrigação (SMCI) apresentaram crescimento bem menor em torno de 2,66 cm a mais do que as plantas mantidas na ausência de irrigação (SMSI) (TAB. 1). Isto pode estar relacionado ao intervalo de tempo em as plantas, mesmo com 24 meses de idade, foram expostas a irrigação que foi em torno de 10 meses. Entretanto, as plantas mantidas em CMCI, apresentaram ganhos de altura de 14,5 cm, quando comparadas as plantas mantidas em sequeiro sem malha (TAB. 1).

Araújo et al. (2011), estudando a influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de cafeeiro aos 180 dias, verificaram que as plantas irrigadas apresentaram maiores diâmetros de copa que as plantas que sofreram déficit hídrico. Sessa Fialho et al. (2010), analisando os efeitos do déficit hídrico no desenvolvimento inicial do cafeeiro, verificaram que déficits hídricos de 30 dias seguidos reduzem expressivamente o diâmetro de copa das plantas. Estes dados também foram observados no presente trabalho onde as plantas mantidas sob irrigação e malha (CMCI) apresentaram maiores diâmetros de copa quando comparada as plantas controle (SMSI) e que no final do período seco ocorreu a maior diferença entre os valores de diâmetro de copa entre estes tratamentos. Fato semelhante foi verificado por Gomes et al. (2007) em trabalho sobre o desenvolvimento do cafeeiro irrigado na região de Lavras, onde perceberam que a taxa de crescimento das plantas irrigadas tende a aumentar no período seco do ano.

O emprego de cobertura plástica em solos já é uma realidade principalmente em cultivo de hortaliças. Gonçalves et al. (2005) avaliando só efeitos da cobertura de solo na cultura da alface, verificaram que as plantas com cobertura consumiram até 34% menos água que as plantas sem cobertura de solo com plástico. Branco et al. (2010) em trabalho com cobertura do solo em hortaliças, verificou benefícios de sua utilização, tais como, controle das plantas invasoras, menor evaporação da água do solo, economia de água da irrigação e diminuição do custo de produção. Perceberam ainda que, a cobertura de solo com o mulching plástico teve efeitos positivos na produção de tomateiro, alface-crespa, feijão vagem e repolho. Dantas, Medeiros e Freire (2011), em trabalho sobre os efeitos do uso de cobertura de solo na produção de meloeiros, verificaram que o uso de filmes plásticos fora benéficos para esta cultura, proporcionando um aumento expressivo na produtividade, além de

agregarem cerca de 20% no peso médio dos frutos. Estes relatos podem explicar o melhor desempenho de crescimento das plantas de café cultivadas com o emprego de malha e irrigação (CMCI) em relação aos demais tratamentos no presente trabalho, principalmente as plantas controle (SMSI) (TAB 1,2 e 3).

Karasawa et al. (2002) observaram influência da irrigação no aumento da produtividade e também na qualidade da bebida. Coelho e Silva (2005), empregando gotejamento em lavouras de Catuai Vermelho (IAC 144) no período seco compreendido entre os meses de julho e setembro, encontraram produtividades de (4.494 kg/ha) no irrigado e (2.358 kg/ha) no sequeiro. Gomes et al. (2007), avaliando o desenvolvimento do cafeeiro irrigado na região de Lavras, perceberam que a irrigação proporcionou um melhor desenvolvimento do cafeeiro, principalmente nos períodos secos do ano, influenciando positivamente na produtividade. Silva et al. (2008), avaliando a produtividade e o rendimento das quatro primeiras safras de cafeeiro na região de Uberlândia, verificaram que a irrigação tem efeito positivo na produtividade e que os piores resultados foram verificados nas plantas de sequeiro. Oliveira et al. (2010) verificaram produtividade 50% maior no cafeeiro irrigado, em comparação com lavouras de sequeiro.

No primeiro ano verificou-se um alto investimento para a introdução da malha no cafeeiro (material e mão de obra de instalação), chegando a R\$ 8.101,34/ha, o que pode inviabilizar a adoção deste material pelos produtores. Merece destaque R\$ 2,27 o metro linear da malha, o que importaria em um investimento aproximado de R\$ 6.980,25/ha e o alto valor gasto com mão de obra para limpeza da linha do cafeeiro (retirada de torrões, pedras e paus, deixados durante o preparo do solo para o plantio), necessária a sua instalação, atingindo o valor de R\$ 1.122,09/ha. Em plantações comerciais, ocorrendo o preparo do solo de uma forma mais eficiente, esse valor poderá ser diminuído consideravelmente. Para cálculo da mão de obra, foi utilizado a média diária paga aos trabalhadores rurais, na entre safra do cafeeiro 2016/2017, na região de Muzambinho, estando esta próxima a R\$ 70,00, por uma jornada de 8 horas dia.

Neste primeiro ano de avaliação, verificamos uma redução de 63,83% na mão de obra utilizada para erradicação das ervas daninhas e desbrotas das plantas de café com utilização da malha. Gastou-se em média, R\$ 890,90/ha, enquanto que nas lavouras sem malha a despesa na condução atingiu o montante aproximado de R\$ 2.463,42/ha.

TABELA 4: Investimentos e despesas de condução das lavouras no primeiro ano, dos Tratamentos Com Malha e Sem Malha.

Investimentos e despesas (ha) de condução das lavouras no primeiro ano		
Tratamentos	Com Malha	Sem Malha
Malha	R\$ 6.980,25	R\$ 0,00
Mão de Obra de instalação da Malha	R\$ 1.122,09	R\$ 0,00
Capinas e Desbrotas 1º ano	R\$ 890,90	R\$ 2.463,42
Total	R\$ 8.993,24	R\$ 2.463,42

Em março de 2017, a lavoura já com 12 meses entra no segundo ano de formação, época em que se iniciou a irrigação do cafeeiro. Na TAB. 5, estão elencados os valores de investimentos e despesas com mão de obra de condução, realizadas no segundo ano de formação do cafeeiro, ou seja, de março a dezembro de 2017, nos quatro tratamentos.

TABELA 5: Investimentos e despesas de condução das lavouras no segundo ano, nos quatro tratamentos

Investimentos e despesas (ha), de condução das lavouras no segundo ano				
Tratamento	CMCI	CMSI	SMCI	SMSI
Infraestrutura de irrigação	R\$ 8.473,00	R\$ 0,00	R\$ 8.473,00	0,00
Mangueiras e gotejadores	R\$ 6.303,75	R\$ 0,00	R\$ 6.303,75	0,00
Mão de obra de instalação da irrigação	R\$ 398,61	R\$ 0,00	R\$ 398,61	0,00
Capinas e desbrotas 2º ano	R\$ 518,19	R\$ 452,42	R\$ 1.494,79	R\$ 1.315,42
Energia elétrica	R\$ 203,29	R\$ 0,00	203,29	0,00
Total	R\$ 15.896,84	R\$ 452,42	R\$ 16.873,44	R\$ 1.315,42

Notamos um dispêndio elevado com infraestrutura de irrigação, chegando ao montante de R\$ 8.473,00. Fato semelhante foi observado por Da Silva et al. (2015), onde constataram que um dos fatores limitantes à utilização da irrigação pelos produtores é o alto investimento inicial. Apesar de elevado, não podemos inviabilizar este tratamento, pois esta

mesma estrutura, se bem manejada, é capaz de irrigar uma área muitas vezes superior à destinada ao nosso experimento, por muitas safras, o que reduziria significativamente o custo de implantação. Bonomo, Mantovani e Caixeta (2000) corroboram com a mesma informação, afirmando que esta tecnologia requer investimentos consideráveis e está associada à utilização intensiva de insumos. No entanto, verificaram que quanto maior a área irrigada, menores os custos totais médios, devido principalmente à redução do custo inicial de investimento em equipamento com aumento da área irrigada.

Ainda sobre o sistema de irrigação, merece destaque o valor gasto com material de campo (mangueiras e gotejadores), que alcançaram um total de R\$ 6.303,75/ha. E ainda a mão de obra para sua instalação (colocação e fixação de mangueiras e gotejadores), onde foram alocados, em média, R\$ 398,61/ha. Ressalta-se que tomamos por base os valores pagos por unidade (mangueiras e gotejadores) para atendimento da nossa demanda, área com 720 plantas. Se adquiridos em quantitativos superiores, é possível conseguir valores mais atraentes. Bonomo, Mantovani e Caixeta (2000), em trabalho de custo em diferentes sistemas de irrigação, verificaram para o sistema de gotejamento, considerando os custos totais médios com irrigação por hectare, valores entre R\$ 428,00 e R\$ 672,00, para o ano de plantio e a partir do terceiro ano, respectivamente.

Quanto a mão de obra para manutenção do cafeeiro, notamos que o sistema irrigado pode provocar um crescimento mais rápido das mudas de café, bem como das ervas daninhas, o que demandam de mais horas do trabalhador para erradicação das plantas invasoras e limpeza do cafezal.

Analisando a condução da linha do cafeeiro no segundo ano (09 meses avaliados), conseguimos uma redução significativa na utilização de mão de obra para erradicação das ervas daninhas, em relação a testemunha, como verificado na tabela anterior. No cafeeiro CMCI, gastou-se em média R\$ 518,19/ha, sendo 60,61% melhor que SMSI, que atingiu R\$ 1.315,42/ha. CMSI teve uma despesa de R\$ 452,42/ha, sendo o mais expressivo, com uma redução de 65,61%, em relação ao SMSI. SMCI no entanto, teve uma despesa de R\$ 1.494,79/ha, sendo superior a testemunha em 13,64%.

Matiello (1991) informa que os custos de mão de obra para controle das ervas daninhas consomem de 15% a 20% do custo de produção. Nasser et al. (2012), analisando o custo total de formação do cafeeiro, no segundo ano, encontraram valores um pouco superiores ao deste experimento, chegando a R\$ 3.870,42/ha de custos totais, sendo que 74,01% (R\$ 2.864,50) representam despesas com as operações manuais e insumos necessários nessas operações. Destes, 36% (R\$ 1.031,22) se referem ao fertilizante NPK 20:05:20 e o

restante no valor de R\$ 1.833,28/ha, se refere a despesa com mão de obra. O mesmo autor verificou para o terceiro ano que os custos totais chegaram a R\$ 8.470,05/ha, tendo destaque a colheita manual, secagem e uso de fertilizantes, que atingiram 51% de todas as despesas daquele ano, ou seja, R\$ 4.319,73/ha.

Salientamos que não embutimos em nosso trabalho os valores correspondentes ao preparo de solo para plantio, à aquisição de mudas e insumos necessários à condução das lavouras cafeeiras, bem como mão de obra de plantio e replantio, tendo em vista que, além de não terem diferenciação de valores em cada tratamento, não foram o foco de nossos estudos.

Considerando os investimentos com malha em polipropileno, infraestrutura de irrigação, mangueiras e gotejadores, mão de obra para instalação da malha e das mangueiras, mão de obra para condução do cafeeiro e energia elétrica gasta na irrigação, durante todo o período avaliado (março 2016 a dezembro de 2017), obtemos os seguintes resultados, conforme os dados constantes na TAB 6.

TABELA 6: Investimentos e despesas de condução das lavouras nos dois anos, (março de 2016 a dezembro de 2017), nos quatro tratamentos

Investimentos e despesas (ha) de condução das lavouras nos dois anos				
Tratamento	CMCI	CMSI	SMCI	SMSI
Malha	R\$ 6.980,25		R\$ 0,00	
Mão de Obra de instalação da Malha	R\$ 1.122,09		R\$ 0,00	
Capinas e Desbrotas 1º ano	R\$ 890,90		R\$ 2.463,42	
Infraestrutura de irrigação	R\$ 8.473,00	R\$ 0,00	R\$ 8.473,00	R\$ 0,00
Mangueiras e gotejadores	R\$ 6.303,75	R\$ 0,00	R\$ 6.303,75	R\$ 0,00
Mão de obra de instalação da irrigação	398,61	R\$ 0,00	R\$ 398,61	R\$ 0,00
Capinas e desbrotas 2º ano	R\$ 518,19	R\$ 452,42	R\$ 1.494,79	R\$ 1.315,42
Energia elétrica	R\$ 203,29	R\$ 0,00	R\$ 203,29	R\$ 0,00
Total	R\$ 24.890,08	R\$ 9.445,66	R\$ 19.336,86	R\$ 3.778,83

Pela Tabela anterior nota-se que no cafeeiro SMSI, a despesa com mão de obra de

condução nos dois anos de avaliação, atingiu o importe de R\$ 3.778,83/ha, sendo este, bem inferior aos cafeeiros com uso de novas tecnologias, quais sejam, CMCI com R\$ 9.445,66/ha, SMSI com R\$ 19.316,86/ha e CMCI com R\$ 24.8890,08/ha.

Percebe-se que a adoção de novas praticas de cultivo em lavouras cafeeira, podem onerar significativamente o custo de formação da lavoura, mesmo tendo uma redução significativa nas despesas com mão de obra. Observa-se porém que este investimento inicial, poderá gerar ganhos produtivos capaz de cobri-los, no longo prazo, dado o tempo de vida útil de cada material e ou equipamentos utilizado. A malha, segundo o fabricante, tem uma perspectiva de durabilidade entre 3,5 a 4 anos e os equipamentos de irrigação, poderão se depreciar em aproximadamente 10 anos.

Reis et al. (2001), estudando os custos de produção no Sul de Minas Gerais, verificaram que as despesas variáveis são as que mais oneram o custo final do café, com destaque para a mão de obra temporária, principalmente em lavouras de baixa produção. Concluíram, ainda, que quanto maior a produtividade, menores os custos médios para se produzir uma saca de café.

Bliska et al. (2009), em trabalho sobre custo nas diversas regiões produtoras do Brasil, verificam que produtividade e custo estão numa relação inversa, ou seja, quanto maior a produção, menores os custos de produção unitário. Afirmam, ainda, que os investimentos em tecnologias de manejo aumentam os custos por unidade de área, reduzem significativamente os custos unitários de produto e alavancam a produtividade da cultura.

Nasser et al. (2012), analisando os custos de formação do cafeeiro, concluíram em seus estudos, que é necessário adotar espaçamentos de plantio mais adensados e plantio de culturas intercalares no primeiro e segundo ano de plantio, de forma a contribuir com a redução dos custos de implantação da cultura.

Duarte et al. (2015) concluíram em seus estudos que o período de formação do cafeeiro é o que apresenta os maiores custos, dentre todos os anos de seu cultivo. Citam a variável “mudas” como a mais onerosa, seguida por plantio, capinas e desbrotas e fertilizantes.

Pelos dados analisados, não temos informação sobre a produção de café, mesmo por que este cultivar apresenta ciclos de produção. Todas as análises foram realizadas com base no crescimento dos pés de café até a última medição realizada em dezembro de 2017. Verificamos que a malha teve efeito significativo no desenvolvimento do cafeeiro em todas as variáveis analisadas, em comparação com a lavoura de sequeiro, não sendo verificada a mesma significância para a irrigação e que a interação entre malha e irrigação proporcionou

os melhores resultados de desenvolvimento das plantas de café. Percebemos que tanto a malha em polipropileno quanto a irrigação trazem benefícios ao desenvolvimento do cafeeiro. Uma pela redução de mão de obra para erradicação das plantas invasoras, a outra pela reposição de água às plantas, principalmente em anos de déficit hídrico elevado e ambas contribuindo com o desenvolvimento do cafeeiro. E apesar dos altos investimentos iniciais, elas podem se tornar mecanismos viáveis aos produtores de nossa região.

## **6 CONCLUSÃO**

A malha permeável em polipropileno e a irrigação por gotejamento contribuíram com o desenvolvimento do cafeeiro em todas as variáveis analisadas, a primeira, pela redução no uso de mão de obra de condução da lavoura, a segunda, pela reposição de água perdida pela evapotranspiração das plantas. O elevado custo de investimento inicial, para aquisição e instalação da malha, bem como da irrigação, podem inviabilizar a adoção destas tecnologias pelos produtores.

A necessidade de continuar com as avaliações, tendo em vista que em culturas perenes, neste caso específico o café, o tempo mínimo de avaliação, de forma a se ter dados mais concretos, está em torno de quatro a cinco anos, ou seja, tempo necessário há efetivação de duas a três colheitas, que nos mostrarão os ganhos produtivos influenciados por cada uma das tecnologias, verificando a viabilidade econômica da malha e da irrigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, Richard G. et al. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements-FAO. **Irrigation and Drainage Paper 56**. FAO, Rome, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.
- APARECIDO, L. E. O.; SOUZA, P. S. **Boletim Climático Nº57** – dez/2017. Disponível em: [https://muz.ifsuldeminas.edu.br/images/stories/PDF/boletim\\_climatico\\_dez\\_2017-muz-final.pdf](https://muz.ifsuldeminas.edu.br/images/stories/PDF/boletim_climatico_dez_2017-muz-final.pdf). Acesso em: 28 janeiro 2018.
- ARAÚJO, G. L. et al. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 115, abr. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ – ABIC. 2009. Disponível em <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38#62>. Acesso em: 15 maio 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ – ABIC. 2016. Disponível em <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38#62>. Acesso em: 15 maio 2016.
- BLISKA, F. M de M. et al. Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória, ES, **Anais...** Vitória: Embrapa Café-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2009. Disponível em: < [http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio6/272.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio6/272.pdf) > Acesso em: 06 ago. 2018.
- BLISKA, FM de M. et al. Dinâmica fitotécnica e socioeconômica da cafeicultura brasileira. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 15-18, jan. 2009.
- BONOMO, R.; MANTOVANI, E. C.; CAIXETA, G. Z. T. Comparação de custos para diferentes sistemas de irrigação empregados na cafeicultura irrigada em áreas de cerrado em Minas gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas, **Anais...** Poços de Caldas: SPCB, 2000. p. 831-833. Disponível em: [http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/874/155537\\_Art217f.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/874/155537_Art217f.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Acesso em: 03 ago. 2018.
- BRANCO, R. B. F. et al. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 75-80, jan./mar. 2010
- CARVALHO, A. **Histórico do desenvolvimento do café no Brasil**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2007 (Documentos IAC, 34)
- COELHO, Gilberto; DA SILVA, Antônio Marciano. O efeito da época de irrigação e de parcelamentos de adubação sobre a produtividade do cafeeiro em três safras consecutivas

Irrigation seasons and splitting fertilizer effects on coffee plant productivity of three crops consecutive. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 400-408, jan. 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Metodologia de cálculo de custo de produção**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/index.php/info-agro/safras/cafe>> Acesso em: 24 abr. 2018

COSTA, Cássio Henrique Garcia et al. Um modelo de gestão estratégica para propriedades cafezeiras: o BSC aplicado à gestão de custos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS – ABC, 22., 2015, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: ABC, 2015. 12 p.

DA SILVA, P. A. et al. The influence of several irrigation water depths in the growth and productivity of coffee shrubs in the Muzambinho Region, Southern Minas Gerais, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, Nigeria, v. 10, n. 39, p. 3740-3747, set. 2015.

DANTAS, Daniel da Costa; MEDEIROS, José Francismar de; FREIRE, Alcione Guimarães. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, jul. 2011.

DUARTE, S. L. et al. Comportamento das variáveis dos custos de produção da cultura do café no período de formação da lavoura. **Contabilidade Vista & Revista**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 15-33, jan. 2015.

FERNANDES, A.L.T. et al. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-40, abr. 2012.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov. 2011.

FIALHO, G. S. et al. Comportamento de plantas de café arábica submetidas a déficit hídrico durante o desenvolvimento inicial. **Idesia (Arica)**, Chile, v. 28, n. 3, p. 35-39, set./dez. 2010.

FRANÇA, A. C. et al. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 599-607, set. 2010.

GOMES, N. M.; LIMA, L. A.; CUSTÓDIO, A. A. de P. Crescimento vegetativo e produtividade do cafeeiro irrigado no sul do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 564-570, jun. 2007.

GONÇALVES, Alexandre O. et al. Efeitos da cobertura do solo com filme de polietileno azul no consumo de água da cultura da alface cultivada em estufa. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 622-631, set. 2005.

KARASAWA, Shiguekazu; DE FARIA, M. A.; GUIMARÃES, R. J. Resposta do cafeeiro cv. Topázio MG-1190 submetido a diferentes épocas de irrigação Response of cv. Topázio MG-1190 coffee submitted to different periods of irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 28-34, jan. 2002.

MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. R. **Irrigação do cafeeiro**: informações técnicas e coletânea de trabalhos. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais: UFV, DEA, 2003, 260p. (Boletim Técnico, 8).

MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto et al. Crescimento vegetativo de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e sua correlação com a produção em espaçamentos adensados. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 481-489, jul./ago. 2007.

MARTINS, A. L. **História do café**. São Paulo:Contexto, 2012.

MARTINS, Cristiani Campos et al. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 2, abr. 2007.

MATIELLO, J. B. **O café**: do cultivo ao consumo. São Paulo: Editora Globo, 1991.

MORAIS, H. et al. Características térmicas e hídricas do solo de cafeeiros adensados com plantas de cobertura. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa Café, 2015, 5 p. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3599?show=full>> Acesso em: 06 ago. 2018.

NASSER, M. D. et al. Análise econômica da produção de café arábica em São Sebastião do Paraíso, Estado de Minas Gerais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 2, p. 5-12, mar. 2012.

OLIVEIRA, L. E. et al. Manejo e viabilidade econômica da irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro Acaia considerando seis safras. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.887-896, out. 2010.

PASA, Mateus da Silveira; FACHINELLO, José Carlos. Desempenho de cultivares de mirtilheiros dos grupos rabbiteye e highbush em função da cobertura de solo 1. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 161-169, mar. 2014.

PERDONÁ, Marcos José et al. Irrigação e certificação da cafeicultura na região Centro-Oeste de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, ago. 2012.

REIS, R. P. et al. Custos de produção da cafeicultura no Sul de Minas Gerais. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 37-43, jun. 2001.

RONCHI, Claudio P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas na cultura do café**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2001.

ROTONDANO, Allan Kardec Fero et al. Desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob diferentes lâminas de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 1, p.65-75, abr. 2005.

SANTOS, Julio Cesar Freitas; MARCHI, Giuliano; MARCHI, Edilene Carvalho Santos. Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2008. (Documentos/Embrapa Cerrados, 226).

SANTOS, Suzana Souza. Influência da aplicação, via irrigação por gotejamento, de esgoto sanitário tratado na cultura do cafeeiro e no solo. 2004. 82fl. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

SANTINATO, F. et al. Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. **Coffee Science**, lavras, v.10, n. 3, p.402-411, set. 2015.

SILVA, Adriana L.; DE FARIA, Manoel A.; REIS, Ricardo P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 37-44, fev. 2003.

SILVA, C. A.; TEODORO, R. E. Franco; DE MELO, B. Produtividade e rendimento de cafeeiro submetido a lâminas de Irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 387-394, mar. 2008.

SILVAROLLA, M. B. et al. Avaliação de progênies derivadas do Híbrido de Timor com resistência ao agente da ferrugem. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 47-58, fev. 1997.

TERRA, A. A. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 21, n. 2, p. 219-227, ago. 2003.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1995. 104 p. (Série Climatology, v. 8, n.1).