

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

ALAN DE LIMA NASCIMENTO

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON
IRRIGADO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL
COM BRAQUIÁRIA NA ENTRELINHA**

**SÃO MATEUS – ES
2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON
IRRIGADO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL
COM BRAQUIÁRIA NA ENTRELINHA**

ALAN DE LIMA NASCIMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Robson Bonomo

**SÃO MATEUS – ES
2021**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

N244c Nascimento, Alan de Lima, 1996-
Crescimento e produção do café conilon irrigado por gotejamento subsuperficial com braquiária na entrelinha / Alan de Lima Nascimento. - 2021.
35 f. : il.

Orientador: Robson Bonomo.
Coorientador: Waylson Zancanella Quartezi.
Tese (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.

1. Coffea canephora. 2. Cobertura de solo. 3. Irrigação subsuperficial. I. Bonomo, Robson. II. Quartezi, Waylson Zancanella. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 63

ALAN DE LIMA NASCIMENTO

“CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON IRRIGADO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL COM BRAQUIÁRIA NA ENTRELINHA”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 30 de Março de 2021.

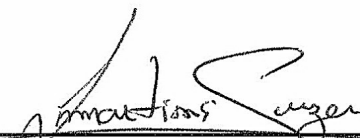
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof(a). Dr(a). Robson Bonomo
UFES
Orientador(a)



Prof(a). Dr(a). Waylson Zancanella
Quarteza
PPGAT - UFES



Prof(a). Dr(a). Joabe Martins de Souza
UFES



Prof(a). Dr(a). Talita Aparecida Pletsch
UFES – Examinador(a) Externo(a)

“Sonhe com ambição, lidere com convicção e veja a si mesmo de uma maneira que os outros não veem.”

(Kamala Harris)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo que tem me proporcionado, sempre determinando o melhor caminho a seguir;

Aos meus pais, Antônio Rodrigues do Nascimento e Maria Rita de Lima Nascimento, por me incentivar e proporcionar condições para que eu percorresse toda minha trajetória acadêmica;

Aos meus irmãos, Adriel Lima Nascimento e Aline de Lima Nascimento por sempre me apoiar e incentivar, se mantendo presentes e ajudando em todas as dificuldades;

Ao meu orientar e professor, Dr. Robson Bonomo e coorientador, Dr. Waylson Zancanella Quartezi, pela orientação acadêmica, pela paciência, compreensão e amizade;

Ao Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Montanha, por ceder a área experimental para realização do projeto de pesquisa e pela oportunidade de trabalhar e conhecer amigos, que foram fundamentais e também responsáveis por todos os resultados obtidos;

A Universidade Federal do Espírito Santo – Campus São Mateus e ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), pela oportunidade de realização do curso de mestrado e possibilitar o mérito ao título de mestre;

Ao amigo Joabe Martins de Souza, pelo apoio recebido nesse projeto de pesquisa e todos os outros trabalhos executados na graduação;

Aos demais amigos, namorada e familiares, pelo apoio e contribuição recebido ao longo de minha formação acadêmica;

A todos que, de alguma forma contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho;

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	Vi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	19
APÊNDICE.....	23

RESUMO

NASCIMENTO, Alan de Lima, M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; Março de 2021; **CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO CAFÉ CONILON IRRIGADO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL COM BRAQUIÁRIA NA ENTRELINHA**; Orientador: Robson Bonomo, Coorientador: Waylson Zancanella Quartezeni.

O café é uma importante *commoditie* agrícola brasileira, sendo as variedades *Coffea arabica* (Café arabica) e *Coffea canephora* (Café conilon e robusta), os cafés mais consumidos no mundo. Dada a importância da cultura, tecnologias como o uso do gotejamento subsuperficial associado ao uso de plantas de cobertura na entrelinha do cafeeiro tem ganhado espaço no campo, com a premissa de alcançar maior eficiência do uso da água e redução de danos ocasionados por tratos culturais, aumentando a vida útil do sistema e reduzindo custos. Deste modo, objetivou-se avaliar a produção e crescimento vegetativo do café Conilon genótipo 153, manejado com e sem braquiária na entrelinha, e com uso do gotejador a diferentes profundidades em relação a superfície do solo, na região Norte do Espírito Santo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e cinco plantas por parcela, em arranjo de parcela subdividida, sendo a parcela os tipos de manejos na entrelinha do cafeeiro (com braquiária e tradicional), e as subparcelas profundidades do tubo gotejador em relação a superfície do solo (superficial, 0,08 m e 0,16 m). Realizou-se em plantas com 11 meses do transplante, avaliações de crescimento em três plantas úteis por parcela a cada 60 dias, totalizando cinco avaliações. As variáveis respostas mensuradas foram: morfológicas, crescimento total, as taxas diárias do crescimento do ramo ortotrópico e plagiotrópico e produtividade e rendimento de grãos de café beneficiado. O cultivo da braquiária na entrelinha e a utilização do gotejador subsuperficial não limitou a taxa de crescimento do cafeeiro, tanto no período do inverno como no verão. A utilização do gotejamento subsuperficial proporcionou maior crescimento vegetativo do cafeeiro conilon. O consórcio com a braquiária associado ao gotejamento subsuperficial proporcionou maior crescimento vegetativo dos ramos, porém resultou em menor produtividade. Obteve-se maior rendimento do grão de café quando se utilizou gotejamento superficial.

Palavras-chave: *Coffea Canephora*, cobertura de solo, irrigação subsuperficial.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Alan de Lima, M.Sc.; Federal University of Espírito Santo; March 2021; **GROWTH AND YIELD OF CONILON COFFEE IRRIGATED BY SUBSURFACE DRIP IRRIGATION WITH BRACHIARIA IN BETWEEN THE ROWS**; Advisor: Robson Bonomo, Co-advisor: Waylson Zancanella Quartezi.

Coffee is an important Brazilian agricultural commodity, with the varieties *Coffea arabica* (Arabica Coffee) and *Coffea canephora* (Conilon Coffee and robust), the most consumed coffees in the world. Given the importance of culture, technologies such as the use of subsurface dripping associated with the use of cover plants between the lines of the coffee tree have gained ground in the field, with the premise of achieving greater efficiency in the use of water and reducing damage caused by cultural treatments, increasing system life and reducing costs. Thus, the objective was to evaluate the production and vegetative growth of Conilon coffee genotype 153, managed with and without brachiaria between the lines, and with the use of a dripper at different depths in relation to the soil surface, in the northern region of Espírito Santo. The experimental design used was in randomized blocks (DBC), with four replications and five plants per plot, in a split plot arrangement, with the plot being the types of management between the lines of the coffee tree (with brachiaria and traditional), and the subplots depths dripper tube in relation to the soil surface (superficial, 0.08 m and 0.16 m). Growth evaluations were carried out on plants 11 months after transplanting, in three useful plants per plot every 60 days, totaling five evaluations. The measured response variables were: morphological, total growth, daily rates of growth of the orthotropic and plagiotropic branch and productivity and yield of processed coffee beans. The cultivation of brachiaria between the lines and the use of the subsurface dripper did not limit the growth rate of the coffee tree, both in the winter and in the summer. The use of subsurface drip provided greater vegetative growth of conilon coffee. The intercropping with the brachiaria associated with subsurface drip provided greater vegetative growth of the branches, but resulted in less productivity. Higher coffee bean yield was obtained when surface drip was used.

Key words: *Coffea Canephora*, ground cover, subsurface irrigation.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de café (Arábica e Conilon) totaliza uma área de 2,16 milhões hectares, aumento de 1,4% em relação ao ano de 2019, sendo que no estado do Espírito Santo a espécie *Coffea Canephora* é a de maior expressividade, com área cultivada correspondente a 265,2 mil hectares (CONAB, 2020). O gênero *Coffea* inclui pelo menos 124 espécies catalogadas, sendo o *Coffea arabica* (Café arábica) e *Coffea canephora* (Café conilon e robusta) responsáveis por quase a totalidade do café consumido no mundo (DAVIS et al., 2011).

O uso da irrigação é de grande importância, principalmente para região norte do estado do Espírito Santo, visto que a irrigação é capaz de redesenhar a distribuição geográfica, incorporando áreas antes não recomendadas para o plantio do café e trazendo desenvolvimento da cultura e da região (VICENTE et al., 2015). Sob o aspecto hídrico, 38% do estado do Espírito Santo apresenta elevado risco nas fases do florescimento, granação e crescimento vegetativo do café conilon, risco climático que pode estar associado ao menor pegamento de frutos e presença de frutos chochos e mal granados que impactam diretamente na produção, sendo uma alternativa a escolha de clones mais resistentes a secas, visto que os mesmos apresentam necessidades distintas (PEZZOPANE et al., 2010; RIBEIRO et al., 2019).

Com objetivo de aprimorar o manejo da irrigação, o uso de gotejadores subterrâneos ou irrigação subsuperficial vem sendo utilizado, principalmente na cultura da cana-de-açúcar, café e algumas culturas anuais, buscando o incremento de produtividade (SOUZA et al., 2012). Esse sistema permite que a água seja fornecida na subsuperfície do solo, reduzindo as perdas por evaporação da água do bulbo úmido, limitando o desenvolvimento de plantas daninhas e facilitando o livre tráfego de máquinas e tratos culturais na superfície, além de aumentar a vida útil do sistema à medida que a degradação da radiação solar e ação de roedores são evitados (MARTÍNEZ e RECA, 2014; CUNHA, 2014).

No entanto, informações sobre área irrigada de irrigação subsuperficial no Brasil é limitante, por se tratar de uma tecnologia relativamente nova que ainda não foi incluída nos censos ou levantamentos como método de irrigação (TESTEZLAF, 2017). Apresentando também, carência de informações sobre qual a melhor profundidade do tubo gotejador a ser empregado no sistema de irrigação localizada

subsuperficial na cultura do cafeeiro conilon, mas sabe-se que a linha de gotejamento e o espaçamento do emissor pode ser escolhido com menos foco no tipo de solo, mas mais nas características do sistema radicular das culturas que serão cultivadas em campo (APPELS e KARIMI, 2021).

Além da técnica de irrigação no cultivo do cafeeiro, o uso de plantas de cobertura é uma prática importante para manutenção e melhoria da qualidade físico-hídrica do solo, pois adiciona carbono (C) e nitrogênio (N); recicla nutrientes e melhora a estabilidade da estrutura do solo (ROCHA et al., 2014), além de alterar os parâmetros importantes do microclima, como a temperatura que influi na evaporação da água ali presente e no crescimento de microrganismo, fatores esses que, influenciam no consumo de água e no crescimento e desenvolvimento da cultura (GONÇALVES et al. , 2005).

Uma das gramíneas utilizadas nessa prática é a braquiária, espécie forrageira mais plantada no país por se adaptarem as mais variadas condições de solo e clima (SOARES FILHO, 1994). Além disso, a braquiária apresenta alto potencial como planta de cobertura na entrelinha de lavouras de café, e tem sido pesquisado com o objetivo de compreender as características que compõem este sistema e como deve ser o cultivo adequado da gramínea entre as fileiras do cafeeiro (RAGASSI et al. , 2013).

No norte do Espírito Santo, contudo, existe carência de informações sobre os impactos do cultivo dessa gramínea e o uso de irrigação por gotejamento subterrâneo ou irrigação subsuperficial no sistema produtivo do conilon, o que demanda estudos mais fundamentados e detalhados, de forma a indicar o emprego ou não dessas práticas pelos produtores.

Deste modo, objetivou-se avaliar a produção e crescimento vegetativo do Café Conilon genótipo 153, manejado com e sem braquiária na entrelinha e com uso do gotejador a diferentes profundidades em relação a superfície do solo na região norte do Espírito Santo.

1. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, o café está consolidado como um dos principais produtos do agronegócio, sendo o país maior produtor e exportador de café e segundo maior consumidor da bebida no mundo, produzindo tipos variados de grãos que possibilitam atender diferentes demandas de paladar e preços dos consumidores brasileiros e estrangeiros, sendo as espécies mais plantadas, o café arábica com 81% da área e o conilon ou robusta nos 19% restantes de área de plantio (DURÁN et al., 2017 e CONAB,2020).

O estado do Espírito Santo, segundo maior produtor de café, se destacou no ano de 2020, com safra recorde, produzindo 9,19 milhões de sacas de conilon e 4,77 milhões de sacas de café arábica. O estado de Minas Gerais é o maior produtor nacional, produzindo 34,65 milhões de sacas na safra 2020, com crescimento de 41,1% no comparativo com 2019 (MAPA, 2020 e CONAB, 2020). O café é considerado uma relevante fonte de receita, e um importante setor na criação de postos de trabalho na agropecuária nacional, com melhor aproveitamento das terras, técnicas mais eficientes nas propriedades e o uso racional de recursos, que fazem o Brasil um fornecedor confiável (MAPA, 2017).

No entanto, a escassez hídrica é uma realidade para o estado do Espírito Santo, ocasionado pelos baixos índices pluviométricos durante parte do desenvolvimento da cultura, que resulta em perdas de produtividade e baixo rendimento de grãos (CONAB, 2020), além do predomínio de solos de tabuleiros costeiros, que ocupam área de aproximadamente 29% da superfície no norte e noroeste do estado (IJSN, 2012), solos esses de baixa capacidade de retenção de água (CARVALHO, 1999).

A agricultura irrigada é responsável pelo maior uso da água no Brasil, cada segundo são utilizados, em média, 1.082 metros cúbicos de água, correspondente a 52% da captação de água total, e esse consumo deve crescer até 2030, com as projeções de expansão das áreas irrigadas, considerando áreas com maior aptidão de solo e relevo, boa qualidade logística, exclusão de outras áreas de proteção ambiental e presença da agricultura irrigada (ANA, 2020). Água que deve ser utilizada de forma eficiente, de maneira a atender as exigências hídricas durante todo o ciclo

da cultura, adaptando o sistema as diferentes condições de solo e clima, tendo em vista o grande crescimento populacional do mundo e a necessidade de produzir mais alimentos (ERTHAL e BERTICILLI, 2018).

No estado do Espírito Santo, a área irrigada em 2017 aumentou 73,7% em relação ao censo agropecuário realizado em 2006 (IBGE, 2017). Comportamento foi semelhante no Brasil, destacando o método de irrigação localizado, que são considerados os mais eficientes, onde junto com aspersão por pivô central representaram cerca de 70% do incremento de área irrigada (ANA, 2017).

O método de irrigação localizado por gotejamento subsuperficial, vem se destacando, na busca por aumento de produção com maior eficiência do uso da água e dos fertilizantes, e de forma tímida vem crescendo o uso desse método, maximizando as vantagens do gotejamento superficial, além de permitir a utilização em grande número de cultivos (MARQUES, 2006).

Sistema de irrigação subsuperficial, de acordo com Testezlaf (2017), apresentam muitos benefícios e também limitações quando empregados no campo, custo inicial de investimento é alto, porém apresenta custo de manutenção reduzido quando se contabiliza prejuízos ocasionados por vandalismo em sistema de irrigação superficial, apresenta também impossibilidade de visualizar a operação do sistema, ocorrência de entupimentos por sucção de solo e por intrusão radicular. Problemas estes que podem ser mitigados, utilizando tecnologia e mão de obra adequada para manejar corretamente o sistema de irrigação.

Estão disponíveis várias tecnologias para o cultivo do cafeeiro conilon, não estando associados apenas ao aumento da eficiência de aplicação da água de irrigação e a modernização dos equipamentos, mas também, na capacidade do solo em armazenar água. Benefícios inegáveis esses, que podem ser obtidos com cultivo de plantas do gênero *brachiaria* na entrelinha do cafeeiro, que contribui com a manutenção de umidade na superfície do solo, aliado a uma queda significativa da temperatura (GARCIA, 2019). E por ocupar cada vez mais o território brasileiro como planta forrageira para bovinos, posição de destaque dentre as principais pastagens utilizadas, logo é uma planta já difundida e aceita pelos produtores rurais, se adaptando muito bem as mais variadas condições edafoclimáticas, proporcionando produções satisfatórias de forragem com exigência mediana em fertilidade dos solos (CABRAL et al., 2016)

Além da cobertura de solo, o cultivo também associado a utilização do gotejamento subsuperficial, pode ser mais uma das soluções para problemas de escassez hídrica, pois vem representando significativa evolução no processo da aplicação de água às culturas, e é uma resposta para necessidade de procurar sistemas de irrigação mais eficientes, reduzindo o uso dos recursos hídricos e custo de operação (RIBEIRO et al., 2014).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na fazenda experimental do Instituto Federal do Espírito Santo, no IFES Campus Montanha, localizada nas coordenadas UTM 24K latitude 7994985.65 m S e longitude 357272.28 m E, com altitude de 184 metros. O clima da região é do tipo Aw, caracterizado como quente e úmido, com estação chuvosa na primavera-verão e seca no outono-inverno, classificação de acordo a de Koppen (ALVARES et al., 2013). No período do experimento (12 meses), totalizou 701,82 mm de precipitação com temperatura média do ar de 24,1°C (Figura 1). A estação meteorológica onde foram coletados os dados estava localizada a 250 metros de distância da área experimental.

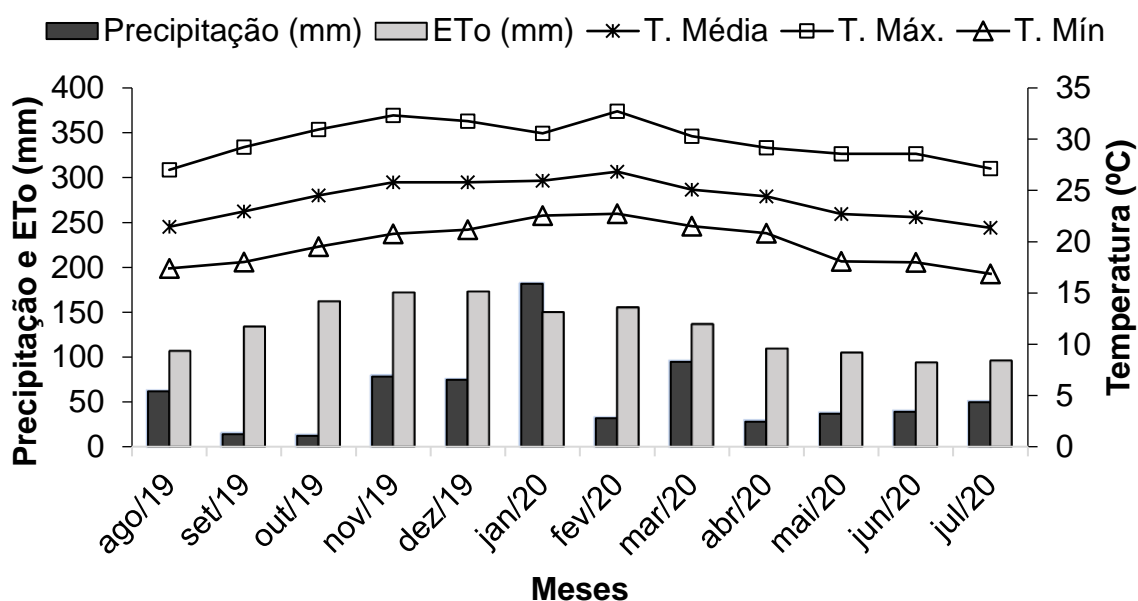


Figura 1. Precipitação mensal, evapotranspiração de referência mensal (ETo) e valores médios das temperaturas máxima, média e mínima do ar registrada na estação meteorológica de Montanha-ES, no período de 01 de Agosto de 2019 a 31 de Julho de 2020

O experimento foi conduzido em lavoura já em formação, com transplante em outubro de 2018, onde foi realizado adubação do solo conforme Prezotti et al. (2007), não sendo necessário o uso de calagem. O preparo do solo constituiu em limpeza da área, com uso de uma grade aradora e posteriormente um subsolador triplo na linha de plantio. Em seguida foi feita adubação de plantio, aplicando 250 g de superfosfato simples (18% de P_2O_5), 110 g de FTE BR12 e 10 litros de esterco bovino curtido por

metro linear de sulco. Totalizando 833 kg de superfosfato simples, 370 kg de FTE BR12 e 33.000 kg de esterco por hectare..

A adubação de formação foi realizada semanalmente via fertirrigação para os 24 primeiros meses, ajustando a recomendação conforme as exigências e as fases fenológicas do cafeeiro, e foi utilizado as seguintes fontes de macronutrientes: nitrogênio (uréia, com 45% de N), fósforo (MAP purificado, com 12% de N e 61% de P_2O_5), potássio (cloreto de potássio, com 60% de K_2O), cálcio (nitrato de cálcio, com 15,5% de N e 19% de Ca), enxofre (sulfato de potássio, com 51% de K_2O e 18% de S) e Magnésio (sulfato de magnésio, com 9% de Mg e 11,9% de S). Em relação aos micronutrientes, foram utilizados: boro (ácido bórico, com 17% de boro), zinco (sulfato de zinco, com 20% de zinco e 8,8% de enxofre), cobre (sulfato de cobre, com 24% de cobre e 10,7% de enxofre) e manganês (sulfato de manganês com 31% de mangânes e 17% de enxofre).

Na implantação da lavoura foram utilizadas mudas produzidas em viveiros certificados e especializados na produção de mudas de café conilon, espécie *Coffea canephora*, da região de Jaguaré, norte do estado do Espírito Santo onde foram utilizados quatro genótipos, sendo: o genótipo 143 e 153 que constitui a variedade EMCAPA 8131, lançada para cultivo no Espírito Santo conforme Bragança et al. (2001), o clone "P1" e "Verdim" (selecionados por agricultores).

O espaçamento utilizado consistiu em, 3,00 m entre linhas e 0,80 m entre plantas na linha, padrão de plantio da região. As características químicas do solo coletadas no sulco após adubação de plantio, estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo, para faixa de profundidade de 0,00-0,20 m, em área cultivada com *Coffea Canephora*.

Características químicas	Valores
P (mg dm ⁻³)	230,90
K (mg dm ⁻³)	99,00
S (mg dm ⁻³)	24,00
Ca (cmolc dm ⁻³)	2,40
Mg (cmolc dm ⁻³)	1,50
Al (cmolc dm ⁻³)	0,00
H+Al (cmolc dm ⁻³)	1,00
pH	6,30
Matéria Orgânica (dag kg ⁻¹)	2,00
Fe (mg dm ⁻³)	41,00
Zn (mg dm ⁻³)	3,50
Cu (mg dm ⁻³)	0,50
Mn (mg dm ⁻³)	42,10
B (mg dm ⁻³)	0,20

O manejo de poda do café foi feito a partir dos 90 dias após o transplântio, de forma a definir as brotações mais adequadas e padronizar a altura da abertura das copas em todas as plantas, mantendo de três a quatro hastes, totalizando uma densidade final de cerca de 12.500 mil hastes/ha⁻¹ aproximadamente, conforme Ferrão et al. (2017).

O solo da área experimental foi classificado como textura franco arenoso. A caracterização física-hídrica do solo foi realizada com amostras deformadas determinando a textura do solo, conforme metodologia empregada pela EMBRAPA (DONAGEMA et al., 2011) e amostras indeformadas, coletadas na linha do cafeeiro na camada de 0,00 – 0,80 m de profundidade, utilizando cilindros de volume conhecido com 0,03 m de altura e 0,05 m de diâmetro, para determinar a curva de retenção de água no solo e massa específica do solo (Tabela 2). A curva de retenção foi ajustada ao modelo proposto com Van Genuchten (1980), medindo o teor de água nas tensões de 6; 10; 30; 100; 300 e 1.500 kPa.

Tabela 2. Teor de Areia, Silte e Argila, massa específica do solo (ME) e curva de retenção de água no solo.

Camadas (m)	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	ME (kg dm ⁻³)
0,00 - 0,20	83,8	4,2	12,0	1,56
0,20 - 0,40	79,1	3,8	17,1	1,72
0-40 - 0,80	62,1	8,6	29,3	1,66
Camadas (m)	Equação da Curva de Retenção ¹			
0,00 - 0,20	$\theta = 0,051050 + ((0,16533) / (1 + (0,16666\Psi)^{1,1339})^{0,11809})$			
0,20 - 0,40	$\theta = 0,10940 + ((0,15688) / ((1 + (0,16666\Psi)^{1,1163})^{0,104183}))$			
0-40 - 0,80	$\theta = (0,077955 + ((0,170595) / ((1 + (0,099999\Psi)^{1,1032})^{0,093546}))$			

¹ θ = Umidade volumétrica (cm³ cm⁻³); Ψ = tensão matricial (kPa)

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, em arranjo de parcela subdividida, sendo a parcela os tipos de manejos na entrelinha do cafeeiro (com braquiária e tradicional), e as subparcelas profundidades do tubo gotejador em relação a superfície do solo (superficial, 0,08 m e 0,16 m). Utilizou-se cinco plantas por parcela, sendo apenas três plantas úteis, totalizando vinte e quatro parcelas e os tratamentos são descritos na tabela 3.

Tabela 3. Tratamentos aplicados ao experimento.

Tratamentos	Manejo na entrelinha	Profundidade tubo gotejador (m)
T1		Superficial
T2	Tradicional	0,08
T3		0,16
T4		Superficial
T5	Braquiária	0,08
T6		0,16

Desde o plantio do café a área foi conduzida com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, forrageira utilizada no pastejo animal antes da instalação da unidade experimental, sendo a mesma variedade utilizada na entrelinha do cafeeiro.

O manejo de corte da braquiária era feito quando as plantas atingiam uma altura média de 0,30 m, deixando uma distância mínima de 0,40 m da projeção da copa do cafeeiro e a braquiária, permanecendo os restos culturais na área. No tratamento tradicional a entrelinha foi mantida livre de plantas invasoras de forma a deixar a lavoura sempre no limpo com auxílio de capinas manuais, sendo o uso de herbicida

apenas utilizado na dessecação da braquiária no início do experimento, permanecendo também os restos culturais nas respectivas parcelas (Figura 2).

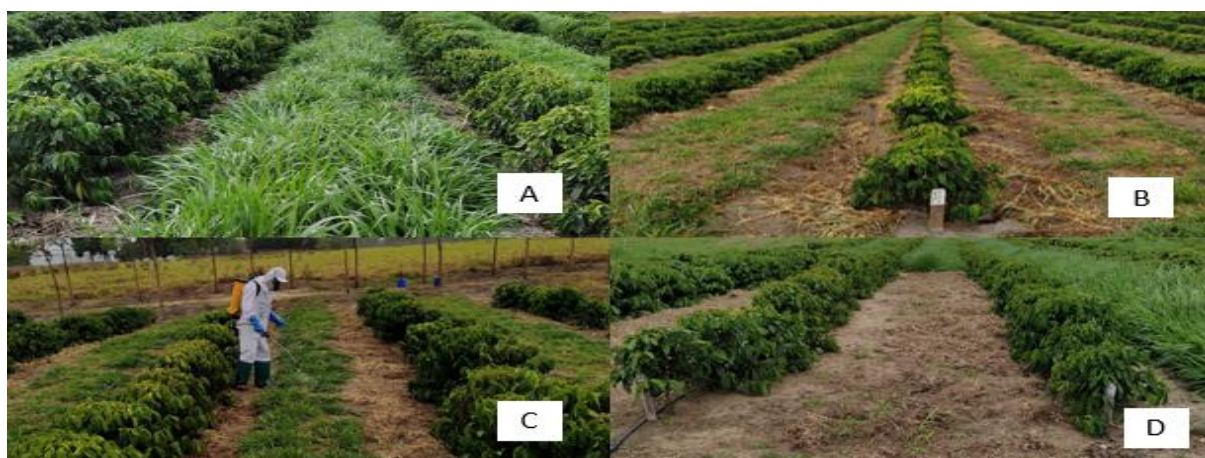


Figura 2. Área experimental. A - Braquiária antes do corte. B – Área após corte da braquiária C – Dessecação da braquiária. D – Área após dessecação da braquiária.

O sistema de irrigação por gotejamento foi o empregado na condução do experimento, alocados a 0,10 m da linha de plantio e a 0,08 m e 0,16 m de profundidade em relação ao solo e o superficial. Os tratamentos utilizaram tubos gotejadores do tipo pastilha NAAN Topdrip, modelo PCAS, autocompensante e antisifão, com vazão nominal $1,6 \text{ L h}^{-1}$, espaçamento entre emissores 0,30 m, espessura da parede de 0,9 mm e diâmetro nominal 16 mm.

A captação da água para uso na irrigação foi realizada em um poço artesiano que posteriormente era armazenada em um reservatório de 15.000 L e submetida a filtragem em filtros de disco e para caracterizar a qualidade da água foram analisadas as seguintes variáveis: Ca^{2+} , NO_3^- e K^+ (utilizando medidores portáteis Horiba Laquatwin), CE e pH (obtidos em medidor portátil) e Fe total (obtido em medidor eletrônico Hannah), os resultados se encontram na tabela 4.

Tabela 4 - Resultado de análise química da água.

Análise	Ca^{2+}	NO_3^-	K^+	Fe total	CE	pH
	ppm					
Concentração	11	14	18	5,76	0,2	6,46

Contudo, a fim de evitar a intrusão de raízes nos emissores, foi realizado, a cada 6 meses, aplicações de 0,20 ml do produto comercial trifluralina (45,5% de i.a.) por gotejamento, nos tratamentos com irrigação subsuperficial, conforme

recomendação de Lima et al. (2014), limpeza dos elementos filtrantes diariamente e limpeza a cada 2 meses, abrindo o final de todas as tubulações de derivação e tubulações laterais (mangueiras gotejadoras), evitando acúmulo de impurezas.

A lâmina de irrigação aplicada foi determinada com base na reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) estimada por meio do balanço de água no solo (BERNARDO et al., 2006), em um volume de controle correspondente à profundidade de 0,40 m, e a evapotranspiração de referência estimada através da equação de Hargreaves e Samani (1985), devido ser uma alternativa viável quando há falta de variáveis meteorológicas requeridas pelo modelo de Penmann-Monteith, segundo Allen et al. (1998).

A correção na evapotranspiração da cultura, foi realizado adotando a porcentagem de área molhada (PAM, %), porcentagem de área sombreada pela cultura (PAS, %), coeficiente da cultura (Kc), conforme Allen et al. (1998), e coeficiente de localização (KL), conforme Keller & Bliesner (1990), para os meses de agosto de 2019 a Julho de 2020 (Tabela 5).

Tabela 5. Coeficiente da cultura (Kc), porcentagem de área molhada – PAM (%), porcentagem de área sombreada – PAS (%) , Coeficiente de localização (KL) para o período de 01 de Agosto de 2019 a 31 de Julho de 2020.

Meses	Kc	Porcentagem de área molhada (%)	Porcentagem de área sombreada (%)	KL	Lâmina aplicada (mm)
ago/19	0,90	33,95	25,00	0,89	34,13
set/19	0,90	33,95	25,00	0,89	57,60
out/19	0,90	33,95	25,00	0,89	70,40
nov/19	0,90	33,95	25,00	0,89	52,27
dez/19	0,90	33,95	35,00	0,59	47,47
jan/20	0,90	33,95	35,00	0,59	41,07
fev/20	0,90	33,95	35,00	0,59	46,93
mar/20	0,90	33,95	35,00	0,59	29,60
abr/20	0,90	33,95	50,00	0,71	44,53
mai/20	0,90	33,95	50,00	0,71	38,40
jun/20	0,90	33,95	50,00	0,71	27,73
jul/20	0,90	33,95	50,00	0,71	21,87

Visando acompanhar o desenvolvimento vegetativo do cafeeiro, realizou-se avaliações em três plantas úteis por parcela a cada dois meses, realizadas a partir dos 450 dias após o transplântio (DAP), e também aos 510, 570, 631 e 692 DAP,

totalizando cinco avaliações. Foram avaliadas as seguintes características morfológicas: Comprimento do ramo ortotrópico (CRO) - obtida pela distância da base e seu meristema apical; Diâmetro do ramo ortotrópico (DO) – medido a 0,05 m da inserção do ramo ortotrópico do eixo principal; Comprimento do ramo plagiotrópico (CRP) – obtido pela média do primeiro par de ramos (um de cada lado); Número de nós do ramo ortotrópico (NNRO) e plagiotrópico (NNRP) e Número de pares de ramos plagiotrópicos (NPRP). Para todas as variáveis a determinação do crescimento total ou ganho durante o período avaliado foram calculadas as diferenças obtidas entre a última e primeira avaliação. Não obstante, calculou-se as taxas diárias do crescimento do ramo ortotrópico e plagiotrópico, através da relação entre a diferença das medições posterior e anterior pelo número de dias entre as medições.

Para obtenção da produtividade, foi realizada a colheita de uma safra, no mês de julho de 2020, colhendo as três plantas úteis por parcela. A produção do grão foi quantificada em quilos de frutos *in natura*, com auxílio de uma balança eletrônica (com capacidade de 150 kg), posteriormente foi selecionado uma subamostra com 3 kg de frutos por parcela, passando pelo processo de secagem, até atingir a umidade de 12,5%, posteriormente passou por descascadores, removendo cascas, pergaminhos e as películas prateadas dos frutos secos em coco, e os dados foram extrapolados para sacas de café beneficiadas de 60 kg ha⁻¹, determinando também o rendimento do café a partir da relação entre quantidade em quilos de café beneficiado e quilos de café maduro.

Os dados de crescimento vegetativo e produção foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F ($p \leq 0,05$), e quando identificado diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com auxílio do programa ASSISTAT 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características de diâmetro total do ramo ortotrópico e produtividade foram influenciadas pelos diferentes manejos de cultivo na entrelinha e profundidades do gotejador. No entanto, variáveis como rendimento, número total de nós do ramo plagiotrópico, crescimento total do ramo ortotrópico e plagiotrópico foram influenciados isoladamente.

As maiores taxas de crescimento para os ramos ortotrópicos e plagiotrópicos (Figura 3 e 4), para os tratamentos em geral, coincidiu com o período entre os meses de novembro de 2019 a janeiro 2020, que apresentaram maiores temperaturas médias do ar em comparação ao período de inverno, onde os ramos demonstraram menores taxas de crescimento (Figura 1). De fato, os resultados corroboram com os obtidos por Partelli et al. (2013), que também observou declínio no crescimento dos ramos, testando diferentes genótipos de café conilon (*Coffea canephora* P.) e por Amaral et al. (2006), no cultivo de café arábica (*Coffea arábica* L.).

O aumento da demanda por nutrientes da carga de frutos pendente, para enchimento, granação e maturação, possivelmente também influenciou na redução da taxa de crescimento dos ramos, redução mais acentuada observada para os ramos plagiotrópicos (Figura 3 e 4), comportamento este semelhante ao encontrado por Magiero et al. (2017), que diz ser devido a planta direcionar os fotoassimilados para os frutos, que são os principais drenos da planta, principalmente no período de maturação.

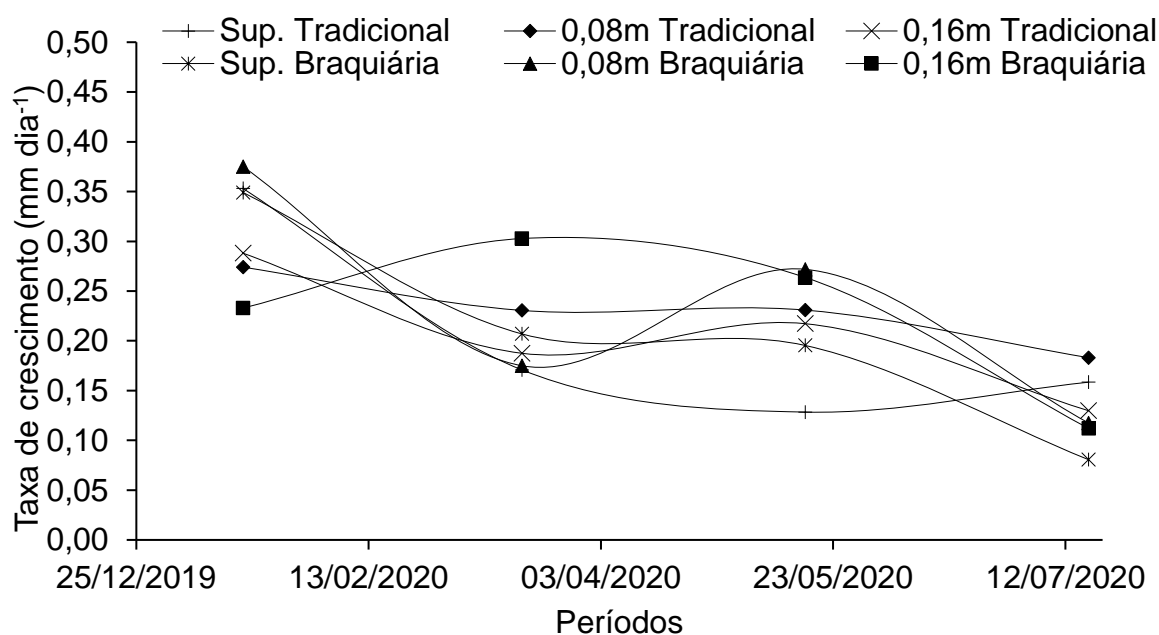


Figura 3. Taxa de crescimento absoluto de ramos ortotrópicos de *Coffea canephora* quando cultivadas com diferentes manejos na entrelinha e diferentes profundidades do gotejador.

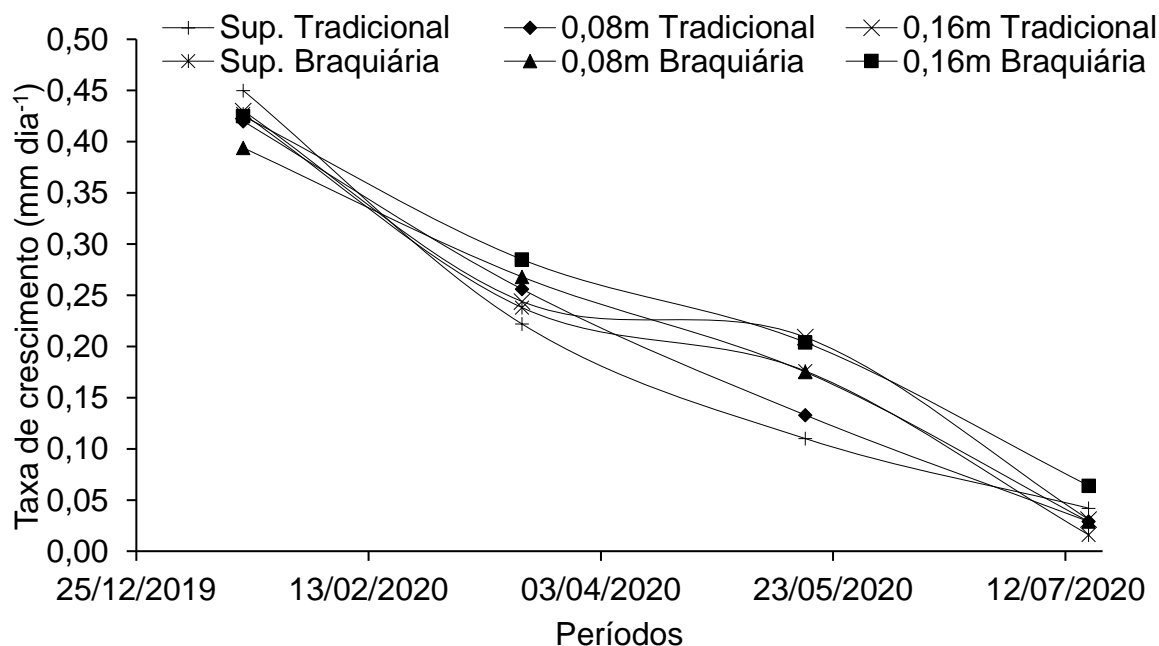


Figura 4. Taxa de crescimento absoluto de ramos plagiotrópicos de *Coffea canephora* quando cultivadas com diferentes manejos na entrelinha e diferentes profundidades do gotejador.

Nos meses que condiz com o período de verão, a maior taxa de crescimento para o ramo ortotrópico foi obtida no tratamento com gotejadores a 0,08m de profundidade e manejo da braquiária, mostrando que o cultivo da braquiária na entrelinha e gotejador subsuperficial não limitou o crescimento do cafeeiro. Acredita-

se que a braquiária quando manejada corretamente, não permitiu a competição com a planta de café, condizendo com os resultados obtidos por Ronchi & Silva (2006), em que não deve permitir o desenvolvimento dos vegetais junto a linha da cultura, por aumentar a competição pelos nutrientes do solo, água e pela luz, comprometendo o crescimento da planta.

Acompanhando as características anteriores, o número total de nós do ramo plagiotrópico não apresentou diferença significativa para as diferentes profundidades do tubo gotejador. Essa informação demonstra que o sistema de irrigação subsuperficial quando manejado de forma correta consegue ser compatível ao gotejador superficial, considerando essa característica (Tabela 6).

Tabela 6. Número total de nós do ramo plagiotrópico, crescimento total do ramo ortotrópico e do ramo plagiotrópico de *Coffea canephora*, quando cultivadas com diferentes profundidades do gotejador.

Profundidades do tubo gotejador	Crescimento total (cm)		Número total de nós
	Ramo ortotrópico	Ramo plagiotrópico	Ramo plagiotrópico
Superficial	46,95 b	49,52 b	12,79 a
0,08 m	56,12 a	51,30 ab	11,55 a
0,16 m	52,37 ab	57,03 a	12,88 a

As médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Utilizando diferentes profundidades do gotejador e manejo tradicional na entrelinha, não resultou em diferença entre as médias em relação ao diâmetro total do ramo ortotrópico. Porém, não ocorreu o mesmo quando se utilizou o manejo com braquiária e gotejador superficial, com média inferior quando comparado aos tratamentos que utilizaram os gotejadores a 0,08 m e 0,16 m de profundidade (Tabela 7). Infere-se que o manejo com braquiária pode estar comprometendo o crescimento do diâmetro total do ramo ortotrópico por concorrência hídrica, devido ter sistema radicular abundante e exporta muita água do sistema via transpiração, mesmo sendo podada com frequência, o que corrobora com o resultado pressuposto por Silva et al. (2019).

Tabela 7. Diâmetro total do ramo ortotrópico de *Coffea canephora*, quando cultivadas com diferentes manejos na entrelinha do café e diferentes profundidades do gotejador.

Tipos de manejo	Diâmetro total do ramo ortotrópico (mm)		
	Gotejador superficial	Gotejador a 0,08 m	Gotejador a 0,16 m
Tradicional	12,98 aA	10,06 aA	11,32 aA
Com Braquiária	7,94 bB	10,51 aAB	13,32 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para produtividade não houve diferença significativa quando se utilizou gotejador superficial e diferentes manejos nas entrelinhas do cafeeiro. Redução observada no tratamento com braquiária e gotejadores a 0,08 m e 0,16m de profundidade (Figura 5). Por outro lado, a menor produtividade na safra presente poderá propiciar maiores produtividades na safra futura, visto que os mesmos tratamentos apresentaram maiores crescimentos dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos (tabela 6), reafirmando os resultados obtidos por Carvalho et al. (2010), em relação a correlação fenotípica positiva entre produtividade e comprimento dos ramos, porém não sendo na primeira safra. O mesmo autor, também relatou situação semelhante ao encontrado anteriormente, comparando resultados com de outros autores que também avaliaram correlação com número de nós e produtividade, relatando que os 12 primeiros meses do plantio não foram suficientes, e o mesmo pode ter acontecido nesse trabalho, que não apresentou diferença em relação ao número total de nós (tabela 6), porém apresentou diferença na avaliação da produtividade.

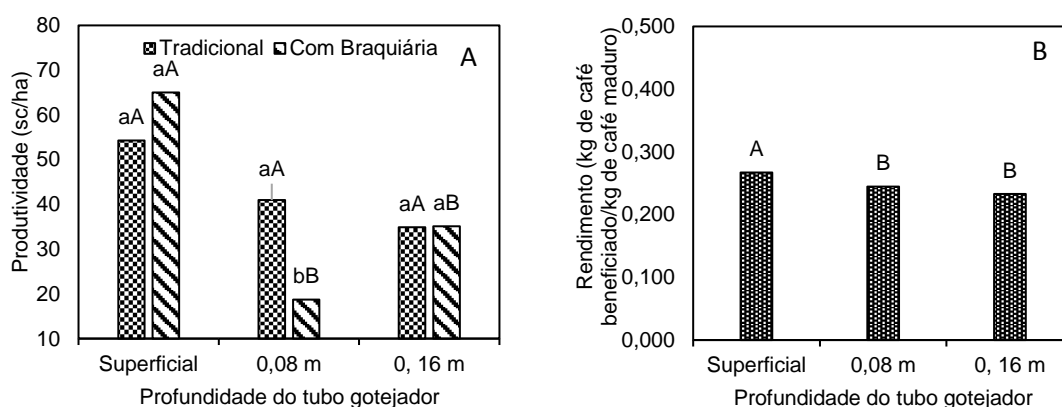


Figura 5. Produtividade (A) e rendimento (B) de *Coffea canephora*, quando cultivadas com diferentes manejos na entrelinha do café e diferentes profundidades do gotejador. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para profundidade do gotejador e minúscula para tipo de manejo, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Maior média para o crescimento total dos ramos (Tabela 6), foi em razão de uma menor produtividade na safra presente (Figura 5), contradizendo o trabalho realizado por Carvalho et al. (2010), que relata existir uma correlação positiva dos caracteres vegetativos e a produtividade inicial do cafeeiro, sendo o comprimento do ramo plagiotrópico umas das características que apresenta maior correlação fenotípica com a produtividade.

O rendimento do café conilon, foi influenciado pelas diferentes profundidades do tubo gotejador, sendo o uso do gotejador superficial o que proporcionou, em média, o melhor rendimento, para produzir uma saca de 60 kg de café beneficiado foi necessário apenas 224,72 kg de café maduro, já nos tratamentos com gotejadores enterrados, foi necessário em média 247,93 e 257,51 kg, quando se utilizou os gotejadores enterrados a 0,08m e 0,16m de profundidade, respectivamente (Figura 5). De maneira geral, houve redução na massa de café maduro para compor uma saca de café beneficiado quando se utilizou o gotejador superficial, o que significa que a relação café maduro/beneficiado foi menor, e isso implica em menor custo de colheita e beneficiamento, e conseqüentemente maior rentabilidade para o produtor.

Resultado este, que pode estar associado ao maior sombreamento na entrelinha, devido apresentarem maiores médias em relação ao crescimento dos ramos quando se adotou irrigação subsuperficial (Tabela 6). E devido ter avaliado uma única colheita, tenham apresentado menor maturação em comparação aos demais tratamentos, contribuindo para o menor rendimento de grãos, resultados esses que corrobora com os obtidos por Moraes et al. (2003) e Tavares et al. (2013), onde a maturação é mais lenta em café sombreado, e o rendimento é influenciado pelo estágio de maturação, obtendo menor rendimento de grãos, chegando a redução de 23,7% quando se colhe o café no estágio verde comparando ao café colhido no estágio cereja.

5. CONCLUSÕES

O cultivo da braquiária na entrelinha e a utilização do gotejador subsuperficial não limitou a taxa de crescimento do cafeeiro conilon, tanto no período do inverno como no verão.

A utilização do gotejamento subsuperficial proporcionou maior crescimento vegetativo do cafeeiro conilon.

O consórcio com a braquiária na entre linha do cafeeiro associado ao gotejamento subsuperficial proporcionou maior crescimento vegetativo do ramo ortotrópico e plagiotrópico, porém resultou em menor produtividade.

Obteve-se maior rendimento do grão de café quando se utilizou gotejador superficial, com redução de no mínimo 9,36% no peso de café maduro para compor uma saca de café beneficiada.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMUTH, M. **Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and Drainage Paper 56**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 1998, 301p.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 377-384, 2006.
- ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **Manual de usos consuntivos da água no Brasil 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-da-ana-aponta-perspectiva-de-aumento-do-uso-de-agua-no-brasil-ate-2030>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- ANA, AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **Atlas Irrigação: Uso da água na agricultura irrigada, 2017**. Disponível em: <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>. Acesso em: 22 de dez. 2020.
- APPELS, WILLEMIJN M.; KARIMI, REZVAN. Analysis of soil wetting patterns in subsurface drip irrigation systems—Indoor alfalfa experiments. **Agricultural Water Management**, v. 250, p. 106832, 2021.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ed. Viçosa: UFV, 2006, 625p.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.5, p.765-770, 2001.
- CABRAL, C. E. A.; CABRAL, L. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; CARVALHO, K. S.; KROTH, B. E.; CABRAL, C. H. A. Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo. **Comunicata Scientiae**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 66-72, 2016.
- CARVALHO, A. M.; MENDES, A. N.; CARVALHO, G. R.; BOTELHO, C. E.; GONÇALVES, F. A.; FERREIRA, A. D. Correlação entre crescimento e produtividade de cultivares de café em diferentes regiões de Minas Gerais, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 269-275, 2010.
- CARVALHO, J.E.B.; SOUZA, L.S.; JORGE, L.A.C.; RAMOS, W.F.; COSTA NETO, A.O.; ARAÚJO, A.M.A.; LOPES, L.C. & JESUS, M.S. Manejo de coberturas do solo e

sua interferência no desenvolvimento do sistema radicular da laranja 'Pêra'. **R. Bras. Frutic.**, 21:140-145, 1999.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento a safra brasileira: café**. Brasília: CONAB, v.5, n.6, 2020. 45p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

CUNHA, F. N.; FURTADO DA SILVA, N.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F., MELO S. R. P. Uniformidade de aplicação de fertilizantes sob um sistema de gotejamento subsuperficial. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.8, n. 5, p.343-353, 2014.

DAVIS, A. P.; TOSH, J., RUCH, N.; FAY, M. Frowing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data: implications for the size, morphology, distribution and evolutionary. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.167, p.357-377, 2011.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. DE.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. Embrapa Solos, 2011.230 p.

DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Revista Virtual Química**, vol. 9, nº 1, p. 107-134, 2017.

ERTHAL, E. S.; BERTICILLI, R. Sustentabilidade: Agricultura irrigada e seus impactos ambientais. **CIENCIA & TECNOLOGIA** ^ , v. 2, n. 1, p. 64–74, 2018.

FERRÃO, R.G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. **Café Conilon 2ª Edição**. Vitória, ES: Incaper, 2017. 786p.

GARCIA, C. A. **Influência do cultivo de braquiária em parâmetros físicos de solo sob cultivo de café**. 2019. 14f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Centro Universitário de Maringá, 2019.

GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal, Madison**, v.44, n.5, p.892-898, 1980.

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

HARGREAVES, G. H; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 01, n. 02, p. 96-99, 1985.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 22 de dez. 2020.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES - IJSN. **Mapeamento geomorfológico do estado do Espírito Santo**. Vitória, ES, 2012. 19 f.: il. (Nota técnica, 28).

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.

LIMA, P. L.; COLOMBO, C.; LIMA, L. A.; THEBALDI, M. S.; COLARES, M. F. B. e GATTO, R. F. Doses e frequência de trifluralina como inibidor de intrusão radicular no gotejamento enterrado em lavoura cafeeira. **Irriga**, Botucatu, v.19, n.1, p. 25-34, 2014.

MAGIERO, M.; BONOMO, R.; PARTELLI, F.L.; SOUZA, J.M. de. Crescimento vegetativo do cafeeiro Conilon fertirrigado com diferentes parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 11, n. 1, p. 31-39, 2017.

MAPA, MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cafés no Brasil 2020**. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/safra-de-cafe-deve-ter-superproducao-de-63-08-milhoes-de-sacas-em-2020>> . Acesso em: 21 dez. 2020.

MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A.; TEIXEIRA, M. B. O estado da arte da irrigação por gotejamento subperifical. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v.2, n.1, p.17-31, 2006.

MARTÍNEZ, J.; RECA, J. **Water Use Efficiency of Surface Drip Irrigation versus na Alternative Subsurface Drip Irrigation Method**. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.140, n.10, p.1-9, 2014.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. CARVALHAL, E. M. **Produtividade de cafeeiros sob denso sombreamento de guandu em dois anos consecutivos**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. Anais..., Brasília: Embrapa Café, 2003.

PARTELLI, F. L.; MARRÉ, W. B.; FALQUETO, A. R.; VIEIRA, H. D.; CAVATTI, P. C. **Seasonal vegetative growth in genotypes of Coffea canephora, as related to climatic factors**. Journal of Agricultural Science, Canada, v. 5, n. 8, p. 108-116, 2013.

PEZZOPANE, J. R. M.; CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; BONOMO, R.; SARAIVA, G. S. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 03, p. 341-348, 2010.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G. & OLIVEIRA, J.A. **Manual de recomendação de Calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação**. Vitória, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

RAGASSI, C. F.; PEDROSA, A. W.; FAVARIN, J. J. Aspectos positivos e riscos no consórcio cafeeiro e braquiária. **Visão Agrícola**, 8(12):29-32, 2013.

RIBEIRO, P. H. P.; TEIXEIRA, M. B.; COELHO, R. D.; UYEDA, C. A., & NETO, J. D.. Caracterização hidráulica e histerese em tubos gotejadores utilizados na irrigação subsuperficial. **Irriga**, 19, v. n 3, 430-440, 2014.

RIBEIRO, W. R., CAPELINI, V. A., FERREIRA, D. S., GONÇALVES, M. S., & DOS REIS, E. F. Crescimento do cafeeiro conilon cultivar “ES8122-Jequitibá” em função da fração de água transpirável no solo. *Irriga*, 24(3), 512-526, 2019.

ROCHA, O.C.; GUERRA, A.F.; RAMOS, M.L.G.; OLIVEIRA, A. da S.; BARTHOLO, G.F. Qualidade físico-hídrica de um Latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no Cerrado. *Coffee Science*, v.9, p.516-526, 2014.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. *Planta Daninha*, v. 24, n. 3, p. 415-423, 2006.

SILVA, B. M.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; SILVA, É. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. B. B.; NORTON, L. D.; CURI, N. Soil moisture associated with least limiting water range, leaf water potential, initial growth and yield of coffee as affected by soil management system. *Soil and Tillage Research*, v.189, n.1, p.36-43, 2019.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA, W. J.; BOTREL, T. A.; COELHO, R. D.; NOVA, N. A. V. Irrigação localizada subsuperficial: gotejador convencional e novo protótipo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 811-819, 2012.

TAVARES, T. O.; SANTINATO, R.; CRUVINEL, M. S.; SANTINATO, F. Influência da maturação no rendimento e no armazenamento do café (*Coffea arabica* L.) nas condições edafoclimáticas de Araxá-MG. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS**, 39., 2013, Poços de Caldas. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2013. (1 CD-ROM), 2 p.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Universidade Estadual de Campinas -- Campinas, SP.Unicamp/FEAGRI, 2017, 215p.Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=74329>>. Acesso em: 08 fev. 2020.

VICENTE, M. R.; MANTOVANI, E. C.; FERNANDES, A. L. T.; DELAZARI, F. T.; FIGUEIREDO, E. M. Efeito de diferentes lâminas de irrigação nas variáveis de desenvolvimento e produção do cafeeiro irrigado por pivô central. *Irriga*, v. 20, n. 3, p. 528-543, 2015.

APÊNDICE



APÊNDICE 1. Área experimental em preparação para início das avaliações.



APÊNDICE 2. Área experimental preparada para início das avaliações.



APÊNDICE 3. Avaliação das características morfológicas do cafeeiro.



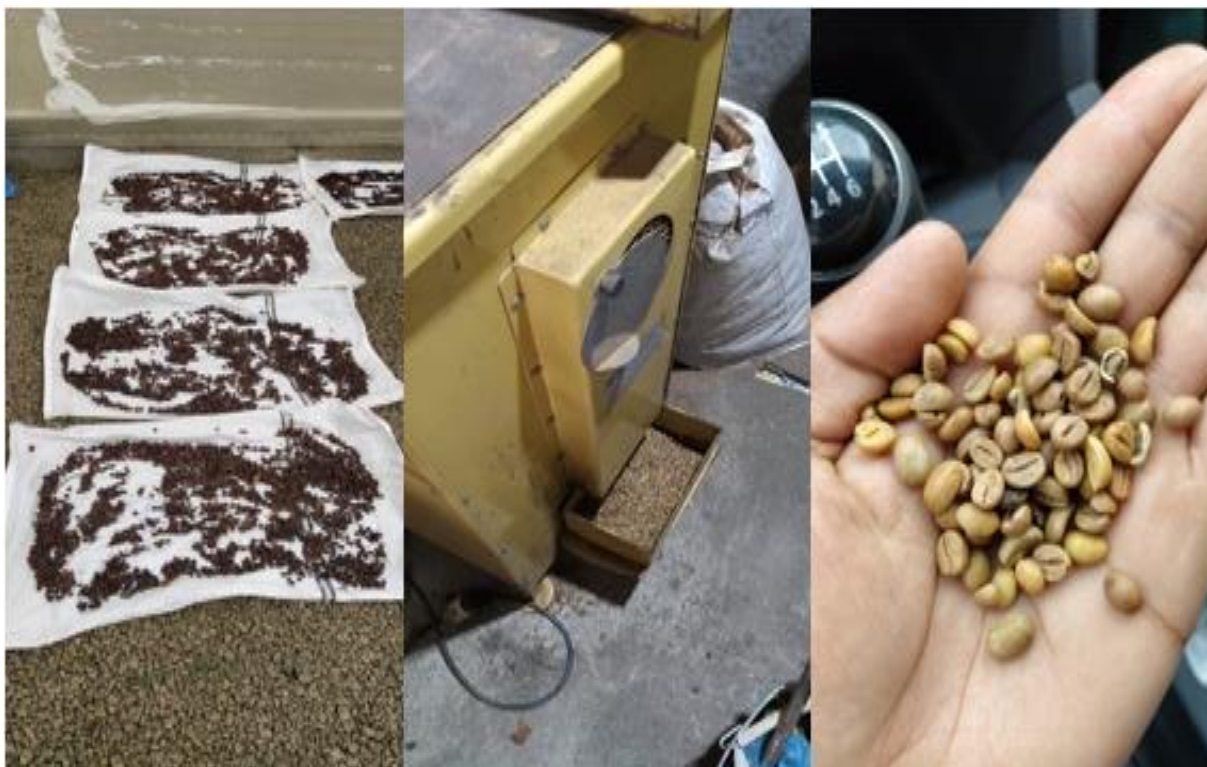
APÊNDICE 4. Momento de corte da Braquiária.



APÊNDICE 5: Gotejador superficial e subsuperficial.



APÊNDICE 6: Marcação de plantas, colheita e secagem.



APÊNDICE 7: Café seco, e resultado após beneficiamento.