



ARTUR JOSÉ LIMA GUEDES

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS COM O
USO DE DIFERENTES TÉCNICAS AGRONÔMICAS**

**LAVRAS – MG
2019**

ARTUR JOSÉ LIMA GUEDES

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEIROS COM O
USO DE DIFERENTES TÉCNICAS AGRONÔMICAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador

Prof. Dr. Rubens José Guimarães

Coorientador

Ms. Giovani Belutti Voltolini

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

À Deus, porque ele é o responsável de tudo isso e sem ele nada é possível.

Aos meus pais Antônio Carlos Guedes e Romilda Lima Guedes, por construírem meu caráter, e por me ensinar à contornar todos os obstáculos da vida.

À minha irmã Débora Lima Guedes, pela amizade e companheirismo.

Aos meus avós José de Barros Lima e Gracir Spuri Lima por serem o maior exemplo à ser seguido por todos da família.

À minha namorada Isadora Simão e Souza, por ser minha companheira e ser meu conforto nos diferentes momentos da vida.

À família Lima e Guedes por serem exemplos na minha vida de união, religião, fraternidade e que me fizeram entender o verdadeiro significado de família.

À família Simão e Souza, por me receberem tão bem e terem se tornado para mim, minha segunda família.

À Universidade Federal de Lavras e a INOVA CAFÉ pela oportunidade.

Ao professor Doutor Rubens José Guimarães, pela orientação, disponibilidade e exemplo de profissionalismo.

Ao Coorientador Ms. Giovani Belutti Voltolini, por ser o principal responsável da minha trajetória acadêmica, me auxiliando, me aconselhando e me ensinando a cada passo dado.

Ao NECAF, por me ajudar a amadurecer na vida profissional e ter me feito criar grandes amigos.

Aos meus amigos da vida e universidade que tornaram esta jornada tão agradável.

Obrigado.

RESUMO

O Brasil é o principal produtor e exportador de café do mundo, sendo o estado de Minas Gerais, responsável por mais da metade da produção de Café Arábica (*Coffea arabica* L.). A falta de água é um fator limitante para a cafeicultura, se tornando essencial a otimização das técnicas de produção frente à escassez deste recurso, evitando seu desperdício. Assim, objetivou-se avaliar a interferência de métodos de manejo do mato, condicionadores de solo, fertilizantes e a interação entre estes sobre as características morfológicas de crescimento e também a produtividade dos cafeeiros. As avaliações foram realizadas no período de agosto de 2018 e agosto de 2019, em uma lavoura implantada em janeiro de 2016, com mudas de *Coffea arabica* L. var. Mundo Novo 379/19, no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG. O delineamento experimental foi realizado em parcelas sub-subdivididas, com três repetições, no esquema fatorial (3x2x5), disposto em faixas, totalizando 90 parcelas. O primeiro fator foi constituído de três métodos de manejo do mato: filme de polietileno, capim braquiária e vegetação espontânea, atribuídos a cada linha. O segundo fator foi alocado na sub-parcela, sendo composto por dois níveis: com fertilizante convencional e fertilizante de liberação controlada. O terceiro fator foi formado de 5 tipos de condicionadores de solo: casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico e testemunha, alocados na sub-parcela. Com esse trabalho foi possível concluir que, cafeeiros cultivados com o capim braquiária nas entrelinhas, associados à fertilizantes convencionais ou de liberação controlada, e principalmente aos condicionadores casca de café ou composto orgânico implicam em maior crescimento vegetativo, e acarretam posteriormente, em maiores produtividades às plantas de cafeeiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, manejo do mato, crescimento morfológico.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 7 |
| 2.1 A cultura do café | 7 |
| 2.2 Manejo da cobertura do solo | 8 |
| 2.3 Condicionadores de solo | 9 |
| 4.4 Fertilizantes | 10 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 11 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 14 |
| 4.1 Crescimento..... | 14 |
| 4.1 Produtividade..... | 18 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 22 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 23 |

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira se destaca cada vez mais no cenário econômico do país. No ano de 2019 a estimativa de produção foi de 48,99 milhões de sacas de café beneficiadas, um valor mais baixo que o montante produzido no ano anterior, por reflexo da bialidade negativa e também pela incidência de altas temperaturas atreladas a um regime de escassez de água em um período de grande importância para a cultura, que é o enchimento dos frutos (CONAB, 2019).

O café arábica (*Coffea arabica* L.) tem seu destaque na região sudeste do país, sendo o estado de Minas Gerais responsável por 71 % da produção total do Brasil na safra 2018/2019 (CONAB, 2019). Dentro da cultura, são vários os fatores que interferem na produtividade e qualidade dos grãos, sendo que os principais fatores que se destacam são as características de bialidade do cafeeiro, ou seja, a variação de produtividade em cada ano, com altas e baixas produções em anos subsequentes (DE ASSIS et al., 2004), fertilidade do solo, da qual deve ser analisada sob um contexto de disponibilidade hídrica (SAMPAIO, 1995), entre outros fatores.

Um dos grandes problemas nos dias atuais é a disponibilidade de recursos hídricos. Com o passar dos anos, o acúmulo e a distribuição das chuvas tem sido irregulares, e conseqüentemente, interferindo em todas as culturas no campo. A cafeicultura sente a ausência desse elemento, pois a mesma necessita de grande consumo hídrico e a escassez dessa fonte, implica em redução na produtividade.

Atento ao fato de que o cafeeiro produz em ramos novos, diversas técnicas são utilizadas visando auxiliar o desenvolvimento da planta. Dentre alguns manejos utilizados se destaca a cobertura do solo, utilizando o manejo com o capim braquiária na entrelinha dos cafeeiros e também por meio da utilização de coberturas sintéticas como o filme de polietileno. Outro manejo de importante relevância é a utilização de diferentes tipos de condicionadores de solo, afim de permitir maior crescimento vegetativo.

Portanto, a elucidação sobre a resposta das plantas de cafeeiros quando submetidas a condições de condicionamento do sistema solo-agua-planta em função da utilização de diferentes técnicas agrônômicas, como condicionadores, fertilizantes e coberturas de solo, além de suas interações, se torna objeto de grande importância para ser estudado, visto que, estas técnicas podem ser utilizadas como ferramentas visando à

otimização dos recursos naturais, e conseqüentemente, implicando em melhorias na rentabilidade e sustentabilidade na produção cafeeira. À vista disso, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento de cafeeiros, e sua conseqüente produção, em função do uso de diferentes técnicas agrônômicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do café

As primeiras plantas de café chegaram no Brasil em meados de 1727, trazido da Guiana Francesa pelo sargento Francisco de Mello Palheta à mando do Capitão João Maia da Gama, pois havia algumas incidências relacionadas a linha demarcatória entre os dois países. O início da cultura se deu ao norte do país, porém não apresentou bom desempenho e só veio ter destaque no sudeste do Brasil onde foi implantado no ano de 1760 no Rio de Janeiro (FRAGA, 1963).

Com o passar do tempo, a cultura foi ganhando destaque, até chegar a grandes patamares como nos dias de hoje, onde a cultura tem grande impacto nos fatores socioeconômicos do país, gerando empregos e renda, principalmente, para a agricultura familiar, que é representada por cerca de 90% dos cafeicultores do Brasil.

Neste sentido, o café pertence à família Rubiaceae, e em relação ao seu crescimento, o café apresenta dimorfismo de ramos, originando ramos ortotrópicos e os plagiotrópicos. O ramo ortotrópico cresce em posição vertical, ou seja, nesse tipo de ramo são formados as hastes e o tronco do cafeeiro. Já o ramo plagiotrópico, são os ramos laterais, ou seja, os produtivos. Além disso, os ramos plagiotrópicos tem capacidade de formar ramos secundários, terciários, ou seja, de ordem superior, dando origem ao “palmeamento” dos ramos, que é uma característica desejada para a planta, que pode implicar em maiores produtividades.

As espécies mais plantadas no mundo são *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre, sendo conhecidas popularmente por café arábica e café robusta, respectivamente. Com área total de cultivo totalizando 2,16 milhões de hectares, sendo 316,6 mil em formação e 1,84 milhão em produção. Com reflexo da influência da bienalidade negativa para o ano, a produção estimada para 2019 foi de 48,99 milhões de sacas beneficiadas. (CONAB, 2019).

Devido a uma série de fatores que antecederam a safra de 2019, houve uma redução de cerca de 17,1% na produtividade, alcançando a média de 27,03 sacas/hectare de café arábica. Porém onde existe cultivo de cafeeiros Conillon, a expectativa é de uma produção próxima à safra passada. Isto porque nas áreas cultivadas com esta espécie, houveram boas condições climáticas (CONAB, 2019).

Segundo Júnior et al., (2003), os principais fatores para redução de produtividade em lavouras cafeeiras se dá pela deficiência nutricional, o manejo inadequado na lavoura permitindo o aparecimento de pragas e doenças que irão acarretar perda de qualidade dos grãos.

2.2 Manejo da cobertura do solo

A cobertura de solo é capaz de contribuir com as condições de manejo do solo, atuando no controle de plantas daninhas e também na manutenção de sua umidade. Além disso, estas coberturas podem servir como proteção contra os impactos de gotas de chuva, e com isso, proporcionar ao solo menor desagregação e erosão (SANTOS; REIS, 2001). É importante ressaltar que há um aumento da taxa de infiltração e também da capacidade de retenção do solo intensificando a atividade biológica (CARNEIRO et al., 2004; RICCI et al., 2005), com o uso da cobertura vegetal e do filme de polietileno.

A implantação do manejo vegetativo preserva a biodiversidade (ALTIERI et al., 2003), envolvendo diversas estratégias que tem como premissa, a inserção de um ou mais componentes vegetais no ambiente, bem como a manutenção de plantas de coberturas (SILVA et al., 2012, ALECRIM, 2019).

A utilização de resíduos vegetais no solo proporciona estabilidade e diversidade em diversos sistemas produtivos (ULBER, 2010), servindo como abrigo para alguns tipos de pragas e inimigos naturais, atraídos pela disponibilidade e oferta de recursos (ALTIERI, 2003).

O uso de filmes plásticos para cobrir os solos, cada vez mais tem destaque, por reduzir as perdas de água, devido à evaporação, chegando a economizar de 5 a 30% na quantidade de água requerida pelas plantas (ALLEN et al., 1998).

Além disso, Castanheira (2018), Voltolini (2019), Silva (2019) e Resende (2019), verificaram que com a utilização de coberturas de solo, sejam elas sintéticas ou vegetais, há grande variação no teor de água no solo, assim como no vigor vegetativo e

crescimento das plantas, bem como na produtividade, qualidade e incidência de doenças na cultura cafeeira.

2.3 Condicionadores de solo

Os condicionadores são responsáveis por promoverem ao solo melhoria nas propriedades químicas, físicas e da atividade biológica. Esses produtos podem ter como material de origem produtos orgânicos, inorgânicos e sintéticos industrializados (OADES; WATERS, 1991).

Neste sentido, na implantação de lavouras de cafés, os condicionadores apresentam resultados positivos, porém, ainda são necessárias pesquisas para avaliar a eficiência em cafeeiros em produção (AZEVEDO et al., 2002).

Assim, exemplos de condicionadores como o gesso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), vem sendo muito utilizado na agricultura atual, proporcionando melhoria nas condições químicas em solos tropicais, e o carreamento de cálcio para camadas mais profundas no solo (SOUSA, LOBATO, REIN, 1995). Diante dessas características, a sua utilização promove maior profundidade do sistema radicular, proporcionando à planta melhor desenvolvimento e produção (QUEZADO-DUVAL et al., 2005).

Dentre outros condicionadores, tem-se os compostos orgânicos, que são de grande importância no manejo atual da agricultura, podendo ser obtidos por meio da mineralização biológica de resíduos orgânicos sob condições ambientais favoráveis (MIYASAKA et al., 1997). Posteriormente, estes compostos orgânicos podem ser utilizados como fonte de matéria orgânica e condicionador de melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (MARCHI, 2006; REZENDE, 2010).

Outro condicionador de solo que é bastante estudado é o polímero hidrorretentor, visando à pronta disponibilidade de água para plantas jovens de cafeeiro, assim como a manutenção desta disponibilidade em longo prazo. Marques, Cripa e Martinez et al., (2013) concluíram que, a dose de 2 g do produto/ muda, proporcionou a mesma qualidade daquelas conduzidas sob irrigação, devido ao maior crescimento e desenvolvimento das plantas proporcionado pelo condicionamento do solo perto das raízes das plantas de cafeeiro (PREVEDELLO et al., 2007). Entretanto, Oliveira et al., (2015) verificaram que na presença deste condicionador as plantas de cafeeiro se

desenvolvem igualmente às plantas cultivadas sem o polímero hidrorretentor, porém, o mesmo assegura menores índices de mortalidade.

Além desses condicionadores de solo, outro que também se destaca é a casca de café. De acordo com Badocha et al., (2003) a proporção de 1:1 entre o grão beneficiado e a casca de café permite utilização como cobertura vegetal para recuperação de nutrientes em solos cultivados. A casca de café protege o solo, devolve nutrientes como o potássio, consegue moderar o aparecimento de plantas daninhas por ação física e além disso proporciona um aporte de matéria orgânica ao solo (SANTOS, 2001).

Portanto, a utilização de condicionadores de solo em áreas cafeeiras é alternativa viável para os cafeicultores, visto que, os mesmos implicam em melhorias químicas e físicas no solo, além de auxiliar nos incrementos na fração orgânica do solo, e consequentemente, no desenvolvimento da microbiota ali presente.

Assim, cabe ao cafeicultor, se informar sobre a origem dos condicionadores, visto que, os resultados são diretamente influenciados por este fator, de forma que, Castanheira (2018) verificou influência negativa quando na utilização de composto orgânico, porém, Voltolini (2019) identificou o composto orgânico como uma das melhores alternativas de resíduos vegetais para o condicionamento do solo em cultivo cafeeiro, acarretando em grandes produtividades.

2.4 Fertilizantes

A prática da adubação é indispensável para o crescimento e desenvolvimento de plantas, por fornecer a planta sua necessidade, e com isso acelerar o crescimento e minimizar os custos de produção (SGARBI et al., 1999).

No mercado existem diversos tipos de fertilizantes, os quais variam de acordo com sua composição, forma e solubilidade (DE GONÇALVES MORAIS et al., 2003). Os fertilizantes convencionais são liberados quando entram em contato com o meio aquoso no solo, já o fertilizante de liberação controlada além de diminuir a salinização, segundo SHAVIV (2005), permite fornecimento contínuo de nutrientes para as plantas, reduz o custo de produção, pois diminuirá a frequência de adubação na lavoura. Os fertilizantes que maximizam a eficiência agrônômica na lavoura, comparados com os fertilizantes convencionais, denominam-se fertilizantes de eficiência aumentada (TRENKEL, 2010; TIMILSENA et al., 2014).

Fertilizantes nitrogenados de liberação controlada, são fertilizantes convencionais recobertos com compostos que atuam como barreira física e assim, controlam a liberação do nutriente. Neste sentido, a liberação do nutriente vai ser influenciada pelo revestimento, temperatura, umidade e regime de chuvas no local aplicado (GUELFE, 2017). O ideal é que seja adicionada mais de uma camada de composto, pois se houver alguma imperfeição no revestimento, o nutriente pode ser liberado rapidamente em contato com a água (CANCELLIER, 2013).

Esses compostos que são usados para o revestimento dos nutrientes podem ser: enxofre, polímeros, poliestireno, poliésteres, poliuretano, ácidos graxo, látex, resinas a base de petróleo, magnésio, cera, fosfato de cálcio e gesso (TIMILSENA et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, sul de Minas Gerais. A área experimental está a 910 metros de altitude, e o município está em latitude 21° 14' 06'' sul e longitude 45° 00' 00'' oeste. O clima característico tem inverno seco e verão chuvoso. A precipitação anual média é de 1460 mm. A temperatura média anual é de 20,4°C. A evapotranspiração potencial (ETP) e a evapotranspiração real (ETR) variam de 899 a 956 mm e de 869 a 873 mm, respectivamente (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

Os cafeeiros foram implantados no dia 21 de janeiro de 2016, sendo da cultivar “Mundo Novo IAC 379-19” com espaçamento de 3,6 metros na entrelinha e 0,75 metros entre plantas.

Os fatores em estudo foram dispostos em esquema fatorial 3x2x5, totalizando 30 tratamentos na área experimental em parcelas subdivididas. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos ao acaso com três repetições, distribuídos em faixas. Nas parcelas, foram casualizados três manejos do solo (filme de polietileno, capim braquiária e vegetação espontânea). Nas subparcelas foram adicionados os dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada). E nas outras subparcelas foram distribuídos os quatro condicionadores de solo (casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico) e a testemunha. Cada unidade experimental foi composta por seis plantas, sendo consideradas plantas úteis às quatro

plantas centrais. Já entre as linhas de tratamento, utilizou-se uma linha de bordadura, de forma a evitar interferência entre tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos experimentais.

| Tratamento | Manejo | Fertilizante | Condicionador de solo |
|------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| T1 | Filme de Polietileno | Convencional | Casca de café |
| T2 | | | Gesso agrícola |
| T3 | | | Polímero hidrorretentor |
| T4 | | | Composto orgânico |
| T5 | | | Testemunha |
| T6 | Capim Braquiária | Liberação controlada | Casca de café |
| T7 | | | Gesso agrícola |
| T8 | | | Polímero hidrorretentor |
| T9 | | | Composto orgânico |
| T10 | | | Testemunha |
| T11 | Vegetação espontânea | Convencional | Casca de café |
| T12 | | | Gesso agrícola |
| T13 | | | Polímero hidrorretentor |
| T14 | | | Composto orgânico |
| T15 | | | Testemunha |
| T16 | Vegetação espontânea | Liberação controlada | Casca de café |
| T17 | | | Gesso agrícola |
| T18 | | | Polímero hidrorretentor |
| T19 | | | Composto orgânico |
| T20 | | | Testemunha |
| T21 | Vegetação espontânea | Convencional | Casca de café |
| T22 | | | Gesso agrícola |
| T23 | | | Polímero hidrorretentor |
| T24 | | | Composto orgânico |
| T25 | | | Testemunha |
| T26 | Vegetação espontânea | Liberação controlada | Casca de café |
| T27 | | | Gesso agrícola |
| T28 | | | Polímero hidrorretentor |
| T29 | | | Composto orgânico |
| T30 | | | Testemunha |

Fonte: Voltolini, 2019.

Nos tratamentos com vegetação espontânea, o manejo utilizado para controle de plantas daninhas foi feito com roçadas nas entrelinhas, capinas e também com aplicação de herbicida pré-emergente na linha e pós-emergência, mantendo sempre limpa. Para o tratamento com cobertura do solo por meio da utilização de capim braquiária (*Urochloa decumbens*) o manejo foi com roçadora acoplada à um trator e os cortes foram feitos antes que a planta florescesse. A biomassa produzida pelo capim braquiária roçado foi colocada na linha de plantio sob a copa do cafeeiro. Na linha de plantio, o manejo do

mato foi realizado com capina e herbicidas pré-emergentes, respeitando os intervalos de controle de acordo com o crescimento das plantas daninhas. No caso do filme de polietileno, o mesmo foi disposto ao longo da linha de plantio, com 1,60 metros de largura.

No caso dos fertilizantes convencionais, foi utilizado o formulado NPK 20-00-20, e quando necessário utilizou-se o complemento de ureia convencional (45% N), sendo que as fertilizações foram divididas em 3 parcelamentos, com intervalos de 40 dias, e início no final de outubro. Para os fertilizantes de eficiência aumentada, foi utilizado o insumo Polyblen montanha, 49-00-00, em única aplicação no início do período chuvoso, no final de outubro. Em ambos tipos de fertilizantes, a quantidade a ser utilizada foi calculada em função da interpretação da análise de solo, e adequação aos valores segundo recomendação específica para o estado de Minas Gerais (GUIMARÃES, et al. 1999).

Para os condicionadores, o polímero hidrorretentor foi colocado nas covas de plantio no momento da implantação. Para a realização dessa atividade, foi misturado em água uma proporção de 1,5 kg de polímero para 400 litros de água, permanecendo em repouso por 30 minutos visando a completa hidratação. Já a aplicação na cova de plantio, foi feita utilizando 1,5 litros da solução por cova. Após a colocação na cova, foi feita a mistura da solução com o solo onde as mudas seriam posteriormente plantas, conforme proposto por Pieve et al., (2013), além disso o gel foi aplicado com o cafeeiro já adulto, em covas ao lado planta. Para o gesso agrícola, o mesmo foi aplicado em cobertura após o plantio, conforme recomendação de Guimarães et al. (1999). A dose aplicada foi de 300g/m², sendo colocada metade da dose em cada lado da linha de plantio.

No caso do composto orgânico e da casca de café, seguiu-se as recomendações de Guimaraes et al., (1999) utilizando 10 litros por planta, aplicados em cobertura do solo, próximo a planta cafeeira. Testou-se também, uma testemunha, que não recebeu a aplicação de nenhum condicionador. Ressalta-se que, em todos os anos, há a reaplicação de todos os condicionadores nas respectivas parcelas preestabelecidas, assim como a realização das fertilizações conforme demanda das plantas e da disponibilidade no solo.

Avaliou-se o crescimento vegetativo das plantas de cafeeiro por meio da contagem dos números de nós nos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros, além da altura e diâmetro de caule, sendo realizada a avaliação de crescimento morfológico em janeiro de 2019.

Aliado a isto, também se quantificou a produção em litros de café por planta e a produtividade média das plantas cafeeiras em função das técnicas utilizadas, no biênio 2018-2019, que foram os anos das primeiras produções das plantas.

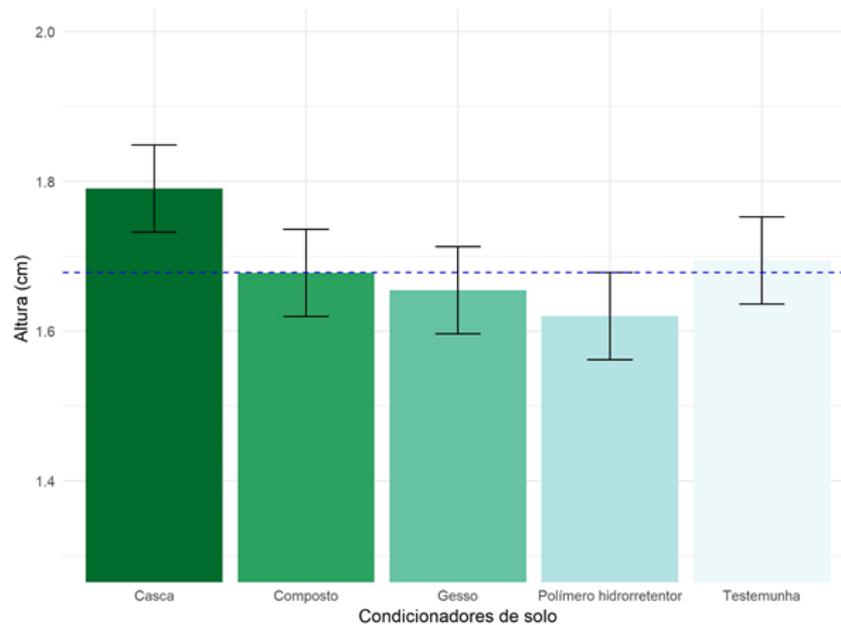
Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições da ANOVA, verificando a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Logo depois, realizou-se a análise de variância com a significância das fontes de variação verificada pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. Para o estudo das médias, quando verificada significância, realizou-se a comparação, por meio da sobreposição do erro padrão da média, para estudar os efeitos das interações e dos efeitos dos fatores principais. Esses procedimentos estatísticos e a análise multivariada dos dados foram realizados por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento

Para a característica de altura de plantas, os fatores coberturas de solo e condicionadores de solo apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$), ambos de forma isolada. Para o fator condicionadores de solo, foi possível observar que as plantas de cafeeiro com o condicionador casca de café se destacaram frente aos demais condicionadores de solo (FIGURA 1). Já para o fator cobertura de solo, o capim braquiária proporcionou maior crescimento das plantas de cafeeiros em comparação com as coberturas de filme de polietileno (FIGURA 2).

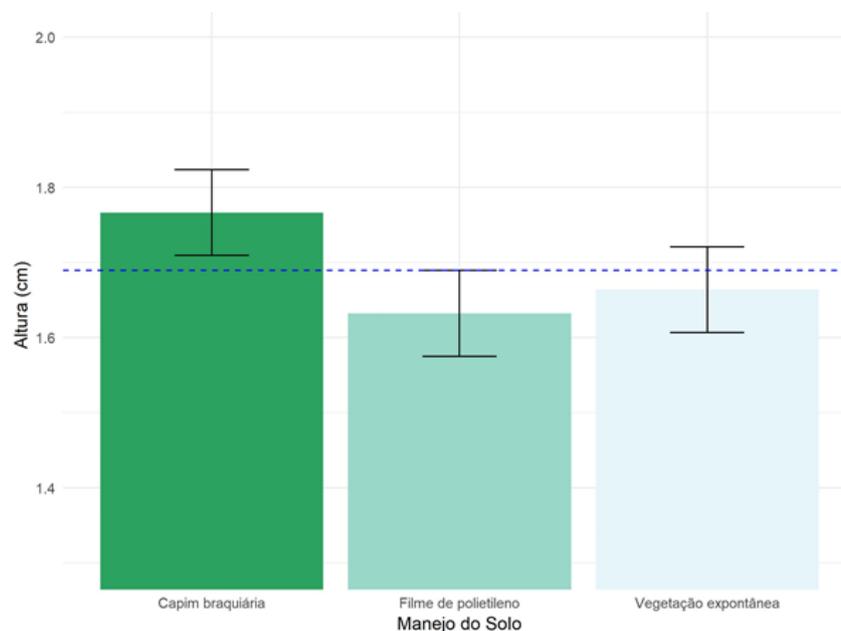
Figura 1 – Representação gráfica da altura de plantas de cafeeiro cultivadas em cinco tipos de condicionadores de solo (Casca de café, composto orgânico, gesso agrícola e Testemunha).



Legenda: As barras representam média \pm o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Figura 2- Representação gráfica da altura de plantas de cafeeiro (cm) cultivadas sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação espontânea).



Legenda: As barras representam média \pm o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Segundo Zoca (2012) diversos trabalhos relatam aumento do teor de K no solo em função da utilização da casca de café, e em função destes aumentos, os incrementos em crescimento das plantas de cafeeiros podem ser justificados, à medida que, por meio da

adição deste condicionador no solo, os teores de nutrientes são incrementados, assim como a fertilidade do mesmo.

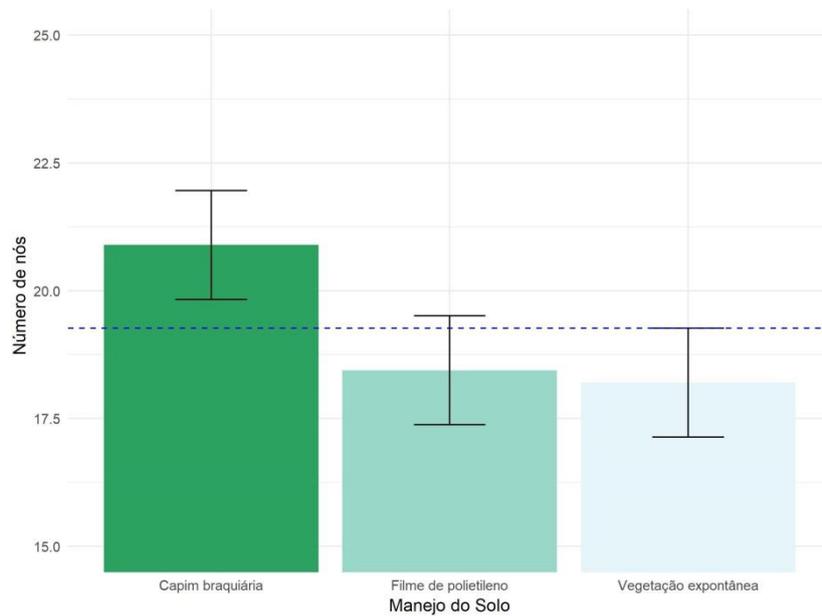
O incremento de matéria orgânica no solo tem ação benéfica sobre o mesmo, permitindo maior agregação de partículas, fazendo com que aumente a infiltração de água, além disso, minimizando o risco de escoamento superficial e erosão (PALM et al., 2001). Aliado a isto, quando na utilização de coberturas de solo, como o condicionador casca de café, e também por meio da utilização do capim braquiária na entrelinha do cafeeiro, e a posterior roçada e deposição dos restos culturais na linha dos cafeeiros, o manejo de plantas daninhas é auxiliado, por meio do impedimento físico à germinação das plantas daninhas (CASTANHEIRA, 2018).

No caso do capim braquiária, a agressividade do sistema radicular da planta faz com que o solo seja alterado fisicamente, de forma que haja um aumento nos macro e microporos do solo, que atuam diretamente no aumento da retenção de água no solo (ROCHA et al, 2014). Os mesmos autores observaram ganhos próximos a 20% na quantidade de água no solo quando comparado ao solo exposto, sem cobertura com o capim braquiária.

Além disso, Silva (2019) relatou que com a utilização do capim braquiária na entrelinha do cafeeiro, proporcionou a planta maior vigor tanto na época seca, quanto na época chuvosa, dessa forma acarretando em maior crescimento e incrementando a produtividade.

Para o fator número de nós, o fator cobertura de solo apresentou efeito significativo ($p < 0,05$). Com isso, foi possível observar que a cobertura de solo com capim braquiária apresentou um número de nós superior aos manejos com filme de polietileno e vegetação espontânea. Para a característica de diâmetro de caule, o fator fertilizante apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Sobretudo, destaca-se que os fertilizantes de liberação controlada implicam em maior diâmetro de caule, quando comparado aos fertilizantes convencionais. (FIGURAS 3 e 4).

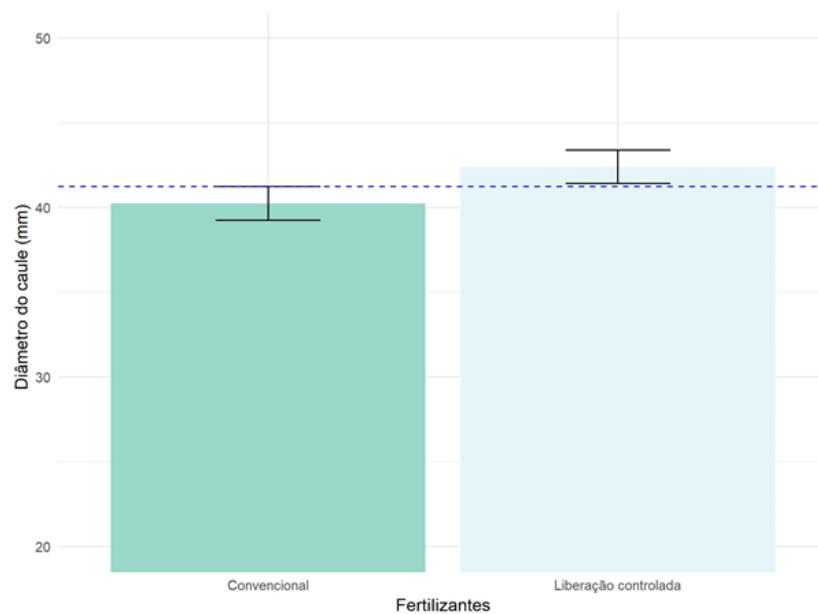
Figura 3 – Representação gráfica do número de nós de cafeeiros cultivados sob três tipos de cobertura de solo (Capim braquiária, Filme de polietileno e vegetação espontânea).



Legenda: As barras representam média \pm o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Figura 4 – Representação gráfica do diâmetro do caule (mm) de cafeeiros adubos com dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional).



Legenda: As barras representam média \pm o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

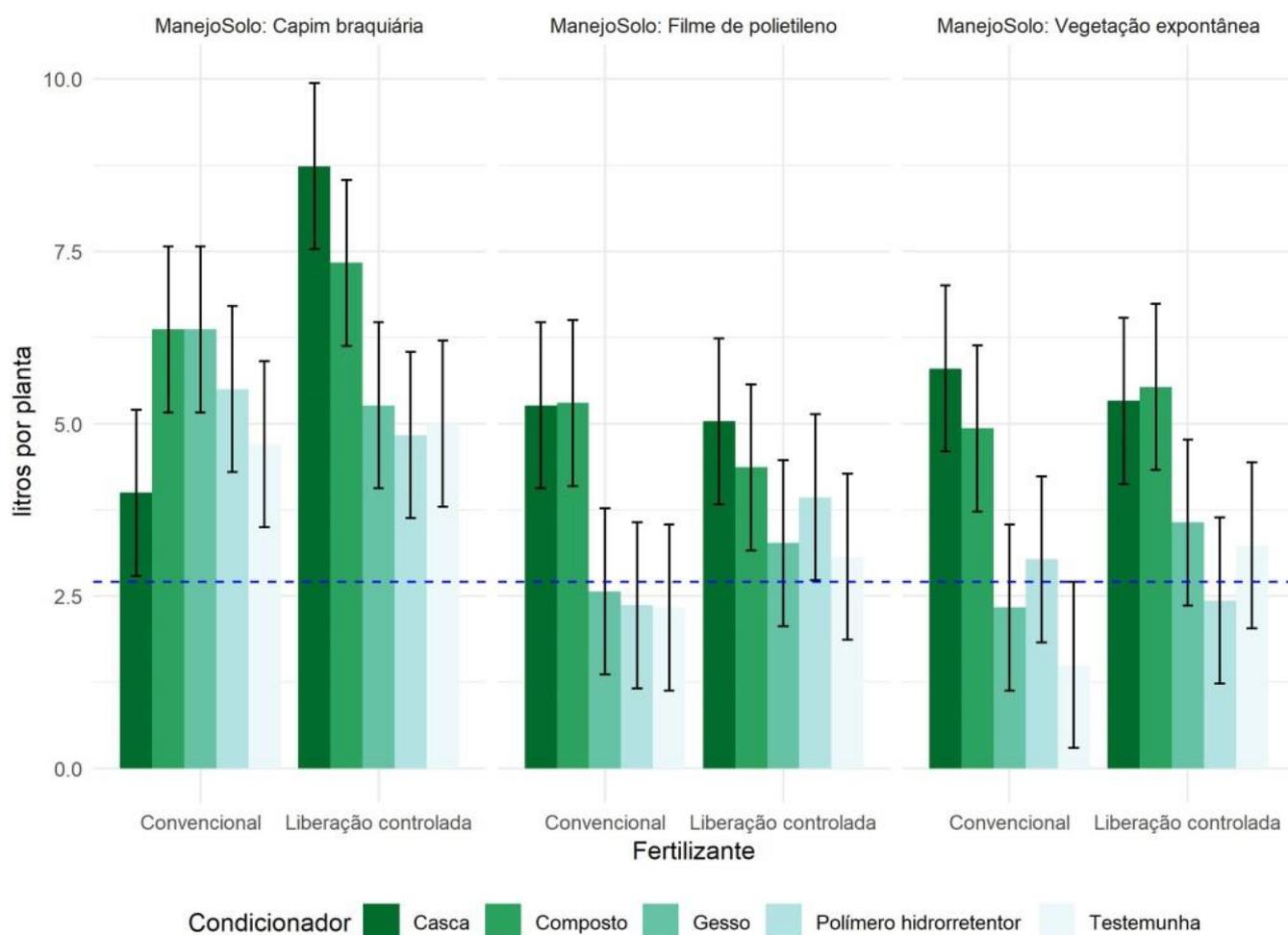
O manejo de plantas utilizadas como cobertura e o entendimento do seu ciclo, auxilia cada vez mais na produção agrícola, pois permite planejar o uso de diferentes técnicas que maximizam a utilização de nutrientes nos resíduos vegetais (DA GAMA-RODRIGUES et al., 2007). Segundo Pedrosa et al. (2014), a utilização de resíduos de capim braquiária sob a copa do cafeeiro é benéfica, pois permite ao cafeeiro utilizar os nutrientes em decomposição até o final de seu ciclo.

O fertilizante de liberação controlada permite à planta de café maior desenvolvimento morfológico em relação ao fertilizante convencional (MARQUES et al., 2013). Além disso, a utilização de maneira correta do fertilizante de liberação controlada proporciona economia ao cafeicultor, pois o mesmo fará somente uma adubação, reduzirá no consumo de combustível, terá menor compactação de solo, reduzirá mão de obra na lavoura, além de minimizar os riscos com possíveis danos às plantas com a entrada de maquinário (SHAVIV, 2005; HARISSON et al ., 2003).

4.2 Produtividade

Para a característica produtiva de litros por planta, os fatores cobertura de solo, condicionadores de solo e fertilizantes apresentaram diferença significativa, em interação tripla ($p < 0,05$) (FIGURA 5).

Figura 5 – Representação gráfica da quantidade de litros de café por planta submetidos a três tipos de cobertura de solo (Capim braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), cinco tipos de condicionadores de solo (Casca de café, composto orgânico, Polímero Hidrorretentor, Gesso agrícola e testemunha) e dois tipos de adubação (Liberação Controlada e Convencional) no biênio 2018/2019.



Legenda: As barras representam média \pm o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Ressalta-se que a associação da casca de café, com o fertilizante de liberação controlada, dentro do manejo com a utilização do capim braquiária na entrelinha dos cafeeiros implicou na maior produção por planta, sendo esta, superior a quase todas as demais associações, exceto, à associação de capim braquiária, composto orgânico e fertilizante de liberação controlada, que foi estatisticamente igual. Como ponto negativo, destaca-se o tratamento com a vegetação espontânea, com fertilizantes convencionais, e sem a presença de condicionadores, ou seja, a testemunha absoluta do

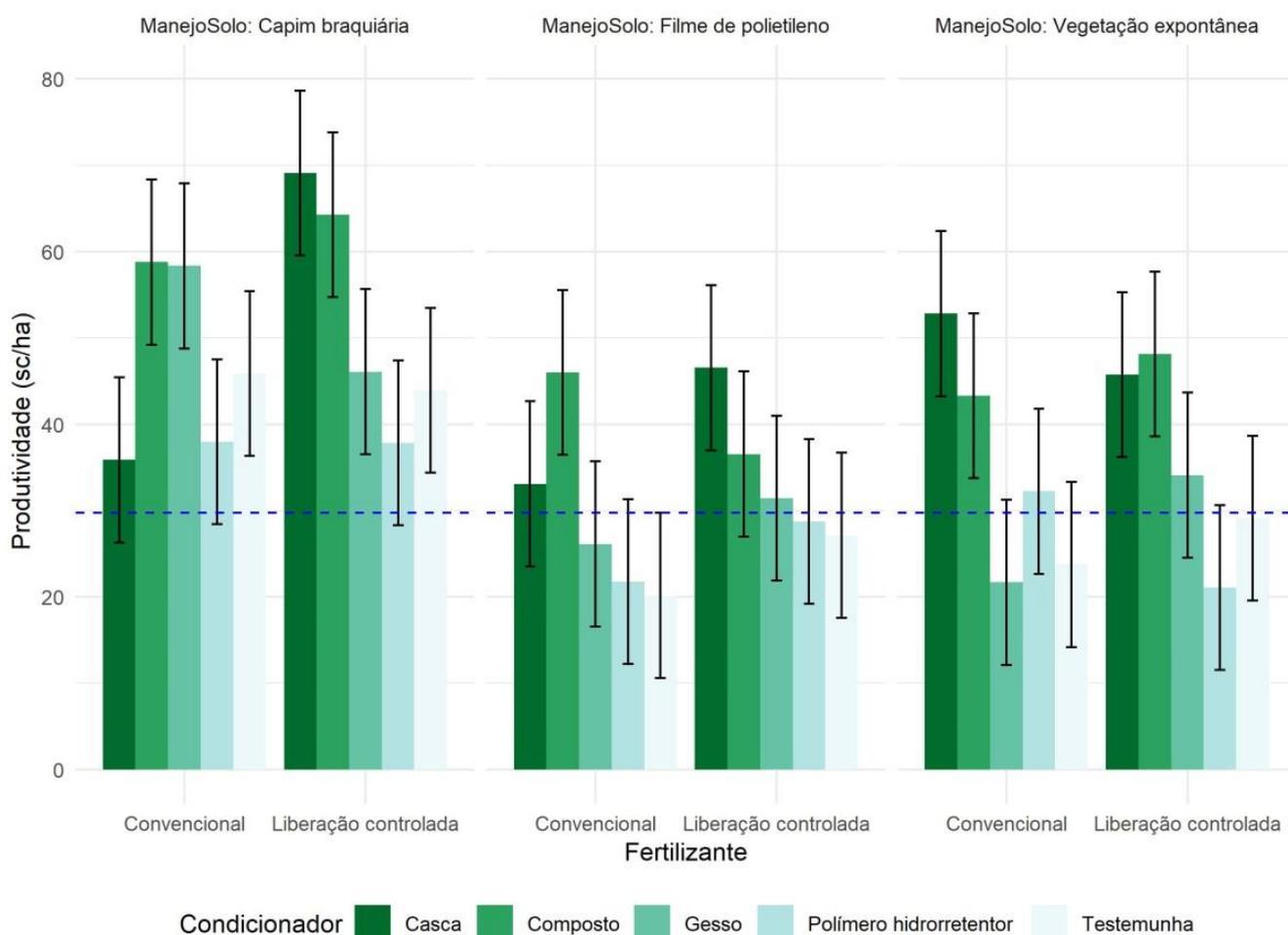
experimento, onde a mesma obteve a pior média produtiva por planta, sendo inferior, estatisticamente, a maioria das associações dos tratamentos.

Neste sentido, isto pode ter ocorrido devido aos efeitos positivos inerentes à cada fator utilizado, como a ciclagem de nutrientes, maior aporte de matéria orgânica, e melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo por meio do uso do capim braquiária nas entrelinhas (RAGASSI, PEDROSA, FAVARIN, 2013), à ausência de competição com plantas daninhas, devido ao impedimento físico à germinação destas, além do fornecimento de N, P e K (principalmente) por meio da utilização da casca de café, como condicionador de solo (ZOCA, 2012); e devido à otimização da adubação em função da utilização de fertilizantes de eficiência aumentada (GUELFY, 2017).

Portanto, a associação destas técnicas fez com que os cafeeiros explorassem melhor o solo, de forma que houve maior crescimento, e posteriormente, este crescimento refletiu em maiores produções nas plantas cafeeiras.

Para a característica produtividade, houve diferença significativa para todos os fatores estudados, em interação tripla ($p < 0,05$) (FIGURA 6).

Figura 6 – Representação gráfica da produtividade do cafeeiro em sacas por hectare submetido a três tipos de cobertura de solo (Capim braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), cinco tipos de condicionadores de solo (Casca de café, composto orgânico, Polímero Hidrorretentor, Gesso agrícola e testemunha) e dois tipos de adubação (Liberação Controlada e Convencional).



Legenda: As barras representam média \pm o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de produtividade média dos anos de 2018 e 2019, foi possível observar que, assim como para a produção em litros por planta, a combinação da casca de café como condicionador de solo, com o fertilizante de liberação controlada dentro do manejo com o uso do capim braquiária nas entrelinhas dos cafeeiros, implicou na maior produtividade absoluta. Porém, esta foi estatisticamente igual às associações de composto orgânico, com fertilizante de liberação controlada e capim braquiária como cobertura de solo. Às associações de composto orgânico ou gesso, com fertilizante convencional, dentro do manejo com o capim braquiária. E também, à associação da

casca de café, com fertilizante convencional, dentro do manejo com a utilização da vegetação espontânea na entrelinha dos cafeeiros.

Portanto, ressalta-se a utilização de condicionadores orgânicos como a casca de café e o composto orgânico, associados hora com o fertilizante convencional, hora com o fertilizante de liberação controlada, e geralmente, com a utilização com o capim braquiária na entrelinha dos cafeeiros proporcionam benefícios as plantas acarretando em incrementos na produtividade.

Finalmente, este efeito positivo da utilização destas tecnologias possivelmente ocorreu devido à combinação dos diversos benefícios inerentes a cada tecnologia (ZOCA, 2012; RAGASSI, PEDROSA, FAVARIN, 2013; GUELFY, 2017; CASTANHEIRA, 2018; VOLTOLINI, 2019; SILVA, 2019), onde foi possível o maior crescimento vegetativo, e consequentemente, maiores valores de produtividades.

7 CONCLUSÃO

Cafeeiros cultivados com o capim braquiária nas entrelinhas, associados a fertilizantes convencionais ou de liberação controlada, e principalmente aos condicionadores de solo casca de café ou composto orgânico implicam em maior crescimento vegetativo, e acarretam posteriormente, em incrementos produtividades às plantas de cafeeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALECRIM, A. de O. Plantas de cobertura na lavoura cafeeira em formação. 2019. 125 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

ALLEN RG; PEREIRA LS; RAES D; SMITH M. 1998. **Evapotranspiração de culturas: diretrizes para o cálculo das necessidades de água das culturas**. Roma: FAO. 328p. (Irrigation and Drainage Paper , 56).

ALTIERI, M. A; SILVA, N. E; NICHOLLS, C. I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, p. 226, 2003.

AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.

BADOCHA, T. E.; COSTA, R. S. C.; LEONIDAS, F. C. Casca de Café: um importante insumo para a agricultura orgânica. **In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, 3., 2003, Porto Seguro-BA. Anais do III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Porto Seguro, 2003.

CANCELLIER, E. Eficiência da ureia estabilizada e de liberação controlada no milho cultivado em solo de fertilidade construída. 2013. 75 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CARNEIRO, R. G.; MENDES, I. C.; LOVATO, P. E.; CARVALHO, A. M.; VIVALDI, L. J. Indicadores biológicos associados ao ciclo de fósforo em solos de Cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 661-669, 2004.

CASTANHEIRA, D. T. Técnicas agronômicas para mitigação dos efeitos da restrição hídrica no cafeeiro. 2018. 125 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> Acesso em: outubro de 2019.

DA GAMA-RODRIGUES, Antonio Carlos; DA GAMA-RODRIGUES, Emanuela Forestieri; DE BRITO, Elio Cruz. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos

culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2007, 31.6: 1421-1428.

DANTAS, Antonio Augusto Aguilar et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007.

DE ASSIS, Gleice Aparecida et al. Correlação entre crescimento e produtividade do cafeeiro em função do regime hídrico e densidade de plantio. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, 2014.

DE GONÇALVES MORAES, José Leonardo et al. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 779-789, 2003.

FRAGA, Constantino C. Resenha histórica do café no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 10, n. 1, p. 1-21, 1963.

FRIENDLY, M.; FOX, J. **Candisc: visualizing generalized canonical discriminant and canonical correlation analysis**. [S.l.: s.n.]: 2017. Disponível em: <<https://CRAN.R-project.org/package=candisc>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

FURIATTI, R. S; PINTO JUNIOR, A. R; LOPES, J. A. Estudo comparativo entre agrotêxtil e inseticidas no controle da mosca minadora na batata. **Rev. Acad.Ciênc. Agar. Ambient, Curitiba**, v.6 n.1, p.89-96, 2008.

GUELFY, Douglas. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. **Informações Agronômicas**, n. 157, p. 1-14, 2017.

GUIMARÃES, P. T. G. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, p. 289-302 1999.

HARRISON, R. B. et al. Reciclagem de resíduos industriais e urbanos em áreas de reflorestamento. **Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestal (IPEF)**, n. 198, 2003.

JÚNIOR, Daniel G. et al. Incidência e severidade da cercosporiose do cafeeiro em função do suprimento de potássio e cálcio em solução nutritiva. **Fitopatologia Brasileira, Brasília**, v. 28, n. 3, p. 286-291, 2003.

MARCHI, E. C. S. Influência da adubação orgânica e de doses de material húmico sobre a produção de alface americana e teores de carbono no solo. 2006. 46 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MARQUES, H. M. C., Romagnoli, T., JÚNIOR, E. F., PAIVA, R., & MAURI, R. (2013). desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de copolímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, 9(16), 2994.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidropolímero como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 1-7, jan. 2013.

MIYASAKA, S.; et al. Agricultura natural. 2. ed. Cuiabá: SEBRAE/MT, p. 73, 1997.

OADES, J. M.; WATERS, A. G. Aggregate hierarchy in soils. *Australian Journal Soil Research*, Collingwood, v. 29, n. 6, p. 815 – 828, 1991.

OLIVEIRA, L.P.V., et al. Planting season and hydro retainer polymer on initial growth coffee. **Coffee Science**, 10 (4), p. 507-515, 2015.

PALM, C.A.; GILLER, K.E.; MAFONGOYA, P.L. & SWIFT, M.J. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. *Nutr. Cycling Agroecosy.*, 61:63-75, 2001.

PEDROSA, A. W., et al. Brachiaria residues fertilized with nitrogen in coffee fertilization. **Coffee Science**, 9(3), 366-373. (2014).

PIEVE, L. M. et al. Uso de polímero hidro retentor na implantação de lavouras cafeeiras. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 314-323, 2013.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidrorretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 313-317, 2007.

QUEZADO-DUVAL, A.M.; LOPES, C. A. & JUNQUEIRA, N.T.V. Avaliação de produtos alternativos para o controle da mancha-bacteriana em tomateiro para processamento industrial. Brasília,DF: **Embrapa Hortaliças**, p. 67, 2005.

RAGASSI, Carlos Francisco; PEDROSA, Adriene Woods; FAVARIN, José Laércio. Aspectos positivos e riscos no consórcio cafeeiro e braquiária. **Visão Agrícola**, v. 8, n. 12, p. 29-32, 2013.

RESENDE, L. S. Otimização do uso da água e de nutrientes na produção e no manejo da cercosporiose do cafeeiro. 2019. 92 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

REZENDE, F. A. Aproveitamento da casca de café e borra da purificação de gorduras e óleos residuários em compostagem. 2010. 74 p. **Tese** (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RICCI, M. S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C.; OLIVEIRA, F. F. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.

ROCHA, O.C. et al. Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no cerrado. **Coffee Science**, v.9, p.516-526, 2014.

SAMPAIO, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. Pp. 35-63. In: S.H. Bullock; H.A. Mooney & E. Medina (eds.). Seasonally dry Tropical Forest. Cambridge, New York.

SANTOS, H. P.; REIS, E. M., **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 212, 2001.

SANTOS, J.C.F.; et al. Efeito de cascas de café e de arroz dispostas nas camadas do solo sobre a germinação e o crescimento inicial do caruru-de-mancha. **Planta Daninha**. V. 19, n. 2, p. 197 – 207, 2001.

SGARBI, F. et al. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. **Scientia Forestalis**, v. 56, n. 1, p. 69-82, 1999.

SHAVIV, A. **Controlled release fertilizers**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005, Frankfurt. Proceedings... Frankfurt: IFA, 2005.

SILVA, A.; HARO, M.; SILVEIRA, L. Diversity of the arthropod fauna in organically grown garlic intercropped with fodder radish. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Espírito Santo, v. 7, n. 1, p. 121-131, 2012.

SILVA, L. C. da. Monitoramento do vigor de cafeeiros submetidos a estratégias de manejo para atenuar os efeitos da escassez hídrica. 2019. 82 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

SOUSA, DMG de; LOBATO, E.; REIN, T. A. Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados. **Planaltina, Embrapa-CPAC**, p. 20, 1995.

TIMILSENA, Y. P. et al. Enhanced efficiency fertilisers: a review of formulation and nutrient release patterns. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v. 95, n. 6, p. 1131-1142, Apr. 2014.

TRENKEL, M. **Slow and controlled release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture**. 2nd ed. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 163 p.

ULBER, L. **Weed species diversity in cropping systems: management and conservation strategies**. Dissertation (Doktorgrades) - Universität Göttingen, Göttingen, p. 89, 2010.

VOLTOLINI, G. B. Produtividade, qualidade e custo de produção de cafeeiros em função de diferentes técnicas agronômicas. 2019. 88 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

ZOCA, S. M. Avaliação da liberação de potássio por resíduos do benefício do café. 2012. 57 f. **Dissertação** (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 2012.