



**GIOVANI BELUTTI VOLTOLINI**

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E CUSTO DE PRODUÇÃO  
DE CAFEEIROS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS  
AGRONÔMICAS**

**LAVRAS - MG  
2019**

**GIOVANI BELUTTI VOLTOLINI**

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E CUSTO DE PRODUÇÃO DE CAFEIROS EM  
FUNÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS AGRONÔMICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Voltolini, Giovani Belutti.

Produtividade, qualidade e custo de produção de cafeeiros em função de diferentes técnicas agrônômicas / Giovani Belutti

Voltolini. - 2019.

88 p. : il.

Orientador: Rubens José Guimarães.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. *Coffea arabica* L.. 2. Qualidade Sensorial. 3. Custo de Produção. 4. Produtividade. 5. Técnicas de Manejos. I. Guimarães, Rubens José. II. Título.

**GIOVANI BELUTTI VOLTOLINI**

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E CUSTO DE PRODUÇÃO DE CAFEEIROS EM  
FUNÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS AGRONÔMICAS**

**PRODUCTIVITY, QUALITY AND COST OF PRODUCTION OF COFFEE PLANTS  
AS A FUNCTION OF DIFFERENT AGRONOMIC TECHNIQUES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de fevereiro de 2019.

Dr. Marcelo Ribeiro Malta                      EPAMIG

Dr. Elifas Nunes de Alcântara              EPAMIG

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**

*A Deus, à Nossa Senhora Aparecida e aos Santos Reis, pela sabedoria e discernimento em  
todas as decisões*  
**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre me apresentar o caminho e sabedoria nas tomadas de decisões.

Aos meus pais, irmãs e toda a minha família pelo apoio incondicional.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, pelo suporte ao ensino e pesquisa.

Ao Professor Rubens José Guimarães, pela orientação e amparo desde a minha chegada na UFLA em 2013.

Aos Professores Tiago Teruel e Dalysse Castanheira por todo o apoio e irmandade durante minha formação.

A todos do Setor de Cafeicultura, NECAF e GHPD. Em especial, ao Ricardo Lutfala, Ademilson Alecrim, Pedro Menicucci, Pedro José e Larissa Cocato por todo o apoio e companheirismo em minha trajetória acadêmica.

À Capes pela concessão da bolsa de mestrado, ao CNPq, à FAPEMIG, ao INCT-CAFÉ e ao Consórcio Pesquisa Café pelo apoio ao projeto.

Às empresas Produquímica, Hydroplan, Electroplastic, Grupo Mantiqueira e 3rlab pela parceria na realização do experimento.

A todos que contribuíram para a construção deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o custo de produção, a qualidade e produtividade de cafeeiros em função de diferentes técnicas agrônômicas e suas associações no manejo da lavoura. O experimento foi conduzido em campo, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras - MG, no período de outubro de 2017 a agosto de 2018. Os fatores em estudo foram dispostos em esquema fatorial 3x2x5, perfazendo um total de 30 tratamentos alocados na área experimental em parcelas subdivididas. Utilizou-se o delineamento experimental, em blocos ao acaso, com três repetições. Foram estudados três manejos de cobertura do solo (filme de polietileno, capim braquiária e vegetação espontânea), dois tipos de fertilizantes (convencional e fertilizante de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico e testemunha). Foram avaliados o crescimento das plantas, umidade do solo, atributos químicos do solo e das folhas, produtividade, análise física e sensorial dos grãos e custo de produção. Foi realizada a análise de variância e estudo das médias e, posteriormente, empregada a análise multivariada dos dados. O manejo mais recomendado para a implantação e condução da lavoura de café é com o uso do capim braquiária, manejado ecologicamente, fornecendo matéria orgânica que é depositada nas linhas de plantio, juntamente com a casca de café, ou composto orgânico ou gesso, e as adubações químicas feitas com fertilizantes de liberação controlada, resultando em maiores produtividades. A utilização do composto orgânico aumentou o custo de produção e reduziu as margens de lucro. O filme de polietileno não é viável do ponto de vista econômico. Correlacionando-se a produtividade com a qualidade de bebida do café verifica-se uma tendência dos tratamentos que produziram menos originarem café com melhor qualidade, independentemente do manejo adequado.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica* L. Qualidade Sensorial. Custo de Produção. Produtividade. Técnicas de Manejos.

## ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the cost of production, as well as the quality and productivity of coffee plants as a function of different agronomic techniques and their associations in crop management. The experiment was conducted in the field at the Federal University of Lavras - UFPA, in Lavras, state of Minas Gerais, from October 2017 to August 2018. The factors under study were arranged in a factorial scheme 3x2x5, totaling 30 treatments, which were allocated in sub-subdivided plots in the experimental area. The experimental design was a randomized complete block design with three replicates. Three soil managements (polyethylene film, brachiaria and exposed soil), two types of fertilizers (conventional and controlled release fertilizer) and five soil conditioners (coffee husk, agricultural gypsum, hydro-retentor polymer, organic compound and control) were used in the study. Plant growth, soil moisture, soil and leaf chemical attributes, productivity, physical and sensory analysis of grains and production cost were evaluated. Analysis of variance and the study of the means were carried out, followed by multivariate analysis of the data. The most recommended management for the implantation and conduction of the coffee crop is with the use of ecologically managed brachiaria grass. It provides organic matter that is deposited in the planting lines along with coffee husk or organic compost or gypsum and chemical fertilizers made with fertilizers of controlled release, resulting in higher productivities. The use of the organic compound increased the cost of production and reduced profit margins. Polyethylene film is not economically viable. By correlating the productivity with the coffee beverage quality, there is a tendency of the treatments that produced less yielding coffee with better quality, regardless of the appropriate management.

**Keywords:** *Coffea arabica* L. Sensorial Quality. Production Cost. Productivity.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Representação gráfica das variáveis climatológicas registradas mensalmente entre os anos de 2017 e 2018..... 36
- Figura 2 - Representação gráfica do valor do pH no solo em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea) e dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada)..... 39
- Figura 3 - Representação gráfica do valor de pH no solo em cafeeiros cultivados com dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e sem o uso de condicionadores - testemunha). ..... 40
- Figura 4 - Representação gráfica do teor de fósforo (P) no solo em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha - sem condicionador). ..... 41
- Figura 5 - Representação gráfica do teor de potássio (K) no solo em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha- sem condicionador). ..... 42
- Figura 6 - Representação gráfica do teor cálcio (Ca), no solo cultivado com cafeeiros, com adição de dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha - sem condicionador). ..... 43
- Figura 7 - Representação gráfica do teor Magnésio (Mg), no solo cultivado com cafeeiros, utilizando dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e sem condicionador (testemunha). ..... 44

Figura 8 - Representação gráfica da saturação por bases (V%) no solo, em cultivo de cafeeiros com dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha). .....	45
Figura 9 - Representação gráfica da saturação por alumínio (m), no solo cultivado com cafeeiros, com quatro condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor) e testemunha (sem condicionadores).....	46
Figura 10 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de três tipos de manejo da cobertura do solo (capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea), dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha) em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características nutricionais do solo e da folha. ....	47
Figura 11 - Representação gráfica da umidade do solo cultivado com cafeeiros sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) durante a época 1 (E1). ....	48
Figura 12 - Representação gráfica da altura de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha sem condicionadores) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2). ....	49
Figura 13 - Representação gráfica do diâmetro de caule de cafeeiros adubados com dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2). ....	50
Figura 14 - Representação gráfica do diâmetro de caule de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha (sem condicionadores)) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2). ....	51

Figura 15 - Representação gráfica do diâmetro da copa de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha – sem condicionadores) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2). .....	52
Figura 16 - Representação gráfica do número de nós nos ramos plagiotrópicos de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) durante a época 1 (E1). .....	53
Figura 17 - Representação gráfica da produtividade de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha – sem condicionadores).....	54
Figura 18 - Representação gráfica do atributo fragrância, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha – sem condicionadores). .....	55
Figura 19 - Representação gráfica do atributo sabor, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). .....	56
Figura 20 - Representação gráfica do atributo acidez, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea).....	57
Figura 21 - Representação gráfica do atributo corpo, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). .....	58

Figura 22 - Representação gráfica do atributo finalização, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). .....	59
Figura 23 - Representação gráfica do atributo equilíbrio, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). .....	60
Figura 24 - Representação gráfica do atributo visão geral, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). ....	61
Figura 25 - Representação gráfica do atributo nota final, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). .....	62
Figura 26 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de três tipos de manejo da cobertura do solo (capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea), dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha), em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características da análise sensorial dos grãos.....	63
Figura 27 - Representação gráfica do atributo catação (A) e presença de defeitos (B), por meio da análise física, em cafeeiros cultivados sob cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). .....	64

- Figura 28 - Representação gráfica do atributo porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 18 acima, por meio da análise física, em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). ..... 65
- Figura 29 - Representação gráfica do custo de produção por saca de café colhida em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Convencional e Liberação controlada) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). ..... 66
- Figura 30 - Representação gráfica da margem líquida total (Lucro) em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Convencional e Liberação controlada) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha). ..... 67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química (profundidades de 0-20 e 20-40 cm) e a granulometria do solo da área experimental, antes da instalação do experimento. Lavras - MG, 2015.....	30
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos. Lavras - MG, 2019. ....	32

### ANEXO A

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as características, altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), diâmetro da copa (DCP), número de ramos plagiotrópicos (NRP), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), número de nós no ramo plagiotrópico (NNRP), umidade do solo (US), catação dos grãos (CAT), presença de defeito nos grãos (DEF), porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 16 acima (16>) e porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 18 acima (18>), em função de manejo (M), fertilizantes (F), condicionadores de solo (C) e suas interações. ....	86
Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as características, rendimento, produtividade, fragrância, sabor, acidez, corpo, equilíbrio, visão geral, nota final, teor de pH do solo, de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de saturação por bases (V%) e de saturação por alumínio (m%) em função de manejo (M), fertilizantes (F) e condicionadores de solo (C). ....	87

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	A cultura do cafeeiro e os fatores que interferem na qualidade .....	17
2.2	Custo de Produção em Áreas cafeeiras.....	18
2.3	Técnicas agronômicas x Produtividade e Qualidade do café.....	20
2.3.1	Cobertura do Solo .....	20
2.3.1.1	Capim Braquiária ( <i>Urochloa decumbens</i> ) .....	20
2.3.1.2	Filme de Polietileno .....	22
2.3.2	Fertilizantes de liberação controlada.....	23
2.3.3	Condicionadores de solo.....	24
2.3.3.1	Casca de café (pericarpo do fruto).....	25
2.3.3.2	Composto orgânico.....	26
2.3.3.3	Gesso Agrícola .....	27
2.3.3.4	Polímero Hidrorretentor.....	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	30
3.1	Caracterização da área experimental .....	30
3.2	Instalação e condução do experimento .....	31
3.3	Delineamento experimental e tratamentos .....	31
3.4	Características avaliadas.....	35
3.4.1	Crescimento de plantas e umidade do solo .....	36
3.4.2	Qualidade Física, Sensorial e Produtividade .....	37
3.4.3	Custo de Produção .....	38
3.5	Análise estatística .....	38
4	RESULTADOS.....	39
4.1	Teores nutricionais do solo.....	39
4.2	Umidade do solo e crescimento das plantas.....	47
4.3	Produtividade .....	53
4.4	Qualidade Sensorial dos Grãos .....	54
4.5	Qualidade Física dos Grãos.....	63
4.6	Custos de Produção .....	65
5	DISCUSSÃO.....	68
5.1	Características de solo e folha.....	68
5.2	Características de umidade e crescimento.....	70
5.3	Características de rendimento e produtividade .....	72
5.4	Análise sensorial e física dos grãos .....	73
5.5	Custo de Produção .....	75
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	76
7	CONCLUSÕES .....	77
	REFERÊNCIAS .....	78
	APÊNDICE A - Tabelas.....	86
	APÊNDICE B - Laudo do composto orgânico utilizado no experimento.....	88

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda tanto por qualidade quanto por quantidade de cafés no mundo faz com que, cada vez mais, seja buscado o aprimoramento dos sistemas de cultivo, visando atender à esta demanda do mercado. Destaca-se a grande importância do café no mundo, visto que os componentes da cadeia produtiva dessa cultura impactam, grandemente, na economia dos países produtores, assim como para as pessoas envolvidas neste processo produtivo (INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO, 2017).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo responsável por 30% de toda a comercialização deste grão, além de ser o segundo maior mercado consumidor, atrás apenas dos Estados Unidos. O café apresenta grande importância para o cenário mundial, destacando-se como uma importante “commodity” agrícola, além de ser considerado também a segunda bebida com maior consumo no mundo (REIS; CUNHA, 2010).

Em cafeeiros, diversos são os fatores que interferem, na produtividade e qualidade dos frutos, como a nutrição, as relações hídricas da planta, as características do solo e muitos outros.

Assim, o uso de coberturas de solo, sejam elas vegetais ou artificiais, em áreas com cafeeiros, tem mostrado efeito positivo, tanto para as características do solo, quanto para as plantas (CASTANHEIRA, 2018; ROCHA et al., 2014). Desta forma, a utilização do capim braquiária vem sendo muito testada, visando à elucidação de todas as características que compõem este sistema de cultivo com o capim nas entrelinhas do cafeeiro (RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013). Ademais, o uso do filme de polietileno também surge como uma alternativa para o cultivo de cafeeiros, visto que sua eficácia tem sido observada, em outros cultivos, como, por exemplo, na horticultura (YURI et al., 2012). Ainda o uso de fertilizantes de eficiência aumentada tem sido utilizados visando a melhorias nos processos produtivos em lavouras cafeeiras (GUELFY, 2017).

Esses fertilizantes atuam reduzindo as perdas dos nutrientes em relação aos convencionais, disponibilizando-os gradativamente de forma a melhor atender as necessidades de cada cultura ao longo do tempo (TIMILSENA et al., 2014). A associação de menores perdas, assim como a disponibilização, de acordo com a demanda da planta, podem implicar melhorias à nutrição da planta e, em consequência, à quantidade e à qualidade dos frutos produzidos.

O gesso agrícola, polímero hidrorretentor, casca de café e composto orgânico podem atuar como condicionadores de solo, modificando as suas características químicas, físicas e



biológicas (CASTRO et al., 2014; FERNANDES et al., 2013; REZENDE, 2010; SERAFIM et al., 2013). Desta forma, esses condicionadores de solo podem interferir no crescimento das plantas (CASTANHEIRA, 2018) e, por conseguinte, terem efeito sobre a produtividade. Aliado a isso, interferem nas relações do sistema solo-água-planta, à vista disso, na absorção de nutrientes, visto que a água é veículo de sua condução até a planta. Todas essas interferências, possivelmente, provocarão alterações na qualidade sensorial dos frutos produzidos com essas diferentes tecnologias e suas interações de uso. Assim, desde a chegada do café no Brasil, várias tecnologias de manejo foram utilizadas, como a utilização de esterco de animais e restos vegetais de culturas (casca de café, palha de arroz, etc), bem como o manejo do mato e utilização de compostos orgânicos. Ao longo do tempo, novas tecnologias de manejo foram incorporadas ao processo produtivo (filme de polietileno, polímero hidrorretentor, gesso agrícola, fertilizantes de liberação lenta, etc), porém sem a preocupação com a sua utilização simultânea.

A literatura disponível ainda carece de informações acerca das alterações que podem ocorrer, na qualidade do café produzido, em função da utilização de diferentes tecnologias sugeridas neste trabalho, assim como seus efeitos na produtividade das lavouras, especialmente, em sua combinação e, como resultado, diminuindo os custos e tornando a atividade mais sustentável. Neste contexto, objetivou-se avaliar o custo de produção, a qualidade e a produtividade de cafeeiros em função de diferentes técnicas agronômicas e suas associações no manejo da lavoura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do cafeeiro e os fatores que interferem na qualidade

A espécie *Coffea arabica* L. é nativa das florestas da Etiópia, com habitat em sub-bosques e temperaturas amenas entre 18°C e 20°C. Possui metabolismo fisiológico tipo C3 e porte arbustivo (CAMARGO; PEREIRA, 1994).

A produtividade média brasileira, para a safra de 2018, foi de 30,74 sacas por hectare (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2018). A produtividade e qualidade do café podem ser influenciadas por diversos fatores, como a existência de lavouras antigas e depauperadas no campo, deficiências nutricionais, bienalidade de produção, estresses abióticos e bióticos e manejo inadequado da cultura. Todos esses fatores, além de interferirem na produtividade e qualidade, afetam a sustentabilidade da cafeicultura que, por sua vez, depende da rentabilidade e permanência do produtor na atividade (CAIXETA; GUIMARÃES; ROMANIELLO, 2008; CONAB, 2018; PETEK; PATRÍCIO, 2007).

Aproximadamente 60% de todo o café produzido no Brasil é da espécie *Coffea arabica* L. enquanto os outros 40% são da espécie *Coffea canephora* Pierre. Essas duas espécies se diferenciam quanto ao preço, qualidade da bebida, teores de compostos, além de aspectos morfológicos e agronômicos das plantas (GUIMARÃES; MENDES; SOUZA, 2002). Atualmente, a busca por cafeeiros mais produtivos e com qualidade sensorial de bebida superior se torna cada vez mais frequente, visando à maior rentabilidade neste empreendimento, de forma sustentável e otimizada. Sobretudo, a definição do termo qualidade é complexa, ainda mais em se tratando de alimentos como o café, pois a qualificação varia de acordo com o seu mercado assistido. Segundo Borém (2004), qualidade é a satisfação plena do consumidor, ocorrendo, assim, toda uma verificação do conjunto de características que compõem o produto e suas comparações com os padrões pré-estabelecidos.

No caso do café, o conceito de qualidade está intimamente ligado à qualidade da bebida. Os cafés de qualidade superior são comumente caracterizados pelo seu sabor e aroma agradáveis, seguidos de bom corpo, acidez natural e que seja suave ao paladar no momento da ingestão (BORÉM, 2004). Também ressalta-se que a qualidade está relacionada com a ausência de defeitos, com a homogeneidade dos grãos obtidos, estando, também, dentro dos padrões higiênico-sanitários (CLIFFORD, 1985).

A obtenção de cafés com boa qualidade depende de vários fatores, sendo que ainda na lavoura os grãos sofrem diversas interferências. A altitude, em que o cafeeiro é cultivado, as

variações da temperatura, assim como de precipitação têm sido os fatores ambientais mais estudados (AVELINO et al., 2005; BERTRAND et al., 2006). Além desses, fatores genéticos como a espécie e cultivar, também são estudados com a finalidade de se identificar materiais promissores para a produção com qualidade (FERREIRA et al., 2012, 2013; SCHOLZ et al., 2013). Aliado a isso, outras duas etapas se relacionam com a qualidade final do café, o processamento após a colheita e o armazenamento.

Com relação ao processamento, os processos via seca e via úmida resultam em cafés com atributos sensoriais diferentes, como sabor, corpo, doçura. No que diz respeito às duas formas de processamento, o café cereja-descascado (via úmida) tem destaque no mercado muito em função da consistência à oferta com qualidade (BORÉM, 2008). Por outro lado, a produção de cafés naturais com qualidade superior depende de cuidados, no momento da colheita e secagem, o que dificulta a regularidade da sua oferta.

Segundo Malta, Nogueira e Guimarães (2003), os diferentes fertilizantes nitrogenados utilizados na cafeicultura, além do fator doses, interferem diretamente na qualidade sensorial de cafeeiros, sendo que, para as diferentes fontes, ou seja, os tipos de fertilizantes, não houve alterações na produtividade destas lavouras. Da mesma forma, Silva et al. (1999) observaram diferenças significativas, para diferentes fontes e doses de fertilizantes potássicos à qualidade sensorial em lavouras cafeeiras. Ressalta-se que a literatura atual ainda carece de mais informações relacionando a fertilidade e o estado nutricional das plantas cafeeiras com a qualidade final dos frutos oriundos à sua produção.

## **2.2 Custo de Produção em Áreas cafeeiras**

A cafeicultura está sujeita a fatores bióticos, como o ataque de pragas e doenças, além de fatores abióticos, incluindo fatores climáticos desfavoráveis, sendo que tudo isso afeta a produtividade das lavouras e, assim sendo, os preços de mercado. Por se tratar de uma “commoditie”, os preços do produto sofrem também grande variação por especulações constantes nas bolsas de valores. Não tendo como interferir no mercado, resta aos cafeicultores buscar a maior eficiência em produtividade e qualidade do produto final, para que possam permanecer na atividade, bem como ficar atentos às variações do preço do produto nas bolsas para uma melhor comercialização. Assim, o conhecimento do custo de produção do café de sua propriedade é fundamental, para as decisões de venda do produto, ou seja, promover as vendas quando o preço de mercado for compatível com o custo de produção.

Vasconcelos e Garcia (2004) relatam que os ótimos resultados são obtidos, quando há a maximização da produção, para um dado custo total ou a minimização do custo total a um dado nível de produção. Os mesmos autores ainda comentam que o custo total de produção é definido como o total das despesas realizadas com a combinação mais econômica dos fatores, por meio da qual é obtida determinada quantidade do produto.

Da mesma forma, Reis (2007) especifica o custo de produção como a soma dos valores de todos os recursos, sejam eles insumos e serviços utilizados, no processo produtivo de uma atividade agrícola, em certo período de tempo e que podem ser classificados em curto e longo prazos e que a estimativa dos custos esteja ligada à gestão da tecnologia, ou seja, à alocação eficiente dos recursos produtivos e ao conhecimento dos preços destes recursos.

Em se tratando de custos, alguns termos são muito importantes, pois o correto conceito de cada qual faz com que a abordagem seja feita de maneira mais adequada. Logo, o custo econômico considera os custos diretos, que são aqueles que ocasionam em desembolso efetivo realizado; e os custos indiretos, que são aqueles em que não ocorrem desembolsos efetivos, como no caso da depreciação e do custo de oportunidade, referem-se ao valor que um determinado fator poderia receber em algum uso alternativo (CASTRO et al. 2009).

Os custos de produção são divididos em dois tipos, os custos variáveis totais (CVT), que são os custos totais que dependem da produtividade e, por isso, mudam com a variação do volume de produção; representam as despesas realizadas com os fatores variáveis de produção. Por outro lado, os custos fixos totais (CFT) correspondem aos custos totais que independem da produtividade, pois são decorrentes dos gastos com os fatores fixos de produção. O custo total (CT) é a soma dos custos fixos totais e variáveis totais (CASTRO et al., 2009).

Os custos de produção podem variar, em decorrência de diversos fatores, como o uso intensivo de tecnologia, o uso dos fatores com maior ou menor eficiência, intensidade ou produtividade, o volume de produção e o preço dos fatores (RÁMIZ, 1988).

Outros fatores importantes são a depreciação e os encargos de amortização e de exaustão dos recursos utilizados na produção, pois, mesmo sendo classificados como custos fixos, são componentes do custo total o qual influencia nas tomadas de decisão das empresas (OLIVEIRA NETO; JACOBINA; FALCÃO, 2008).

A depreciação diz respeito à necessidade de substituição dos bens pelo seu uso, já a amortização se refere à recuperação do capital com prazo limitado ou despesas e, por fim, a exaustão é a busca por retorno da perda de valor dos bens, ao longo do tempo, decorrente de sua exploração (OLIVEIRA NETO; JACOBINA; FALCÃO, 2008).

## 2.3 Técnicas agronômicas x Produtividade e Qualidade do café

Diversas técnicas são utilizadas visando ao aprimoramento do sistema de cultivo desde os primórdios da agricultura. Assim, em lavouras cafeeiras, algumas técnicas, sejam elas tradicionais ou inovadoras, são utilizadas visando à otimização do cultivo, como o filme de polietileno, uso do capim braquiária e, também, a utilização de fertilizantes de eficiência aumentada e condicionadores de solo.

Desde a chegada do café no Brasil, várias tecnologias de manejo foram utilizadas como a utilização de esterco de animais e restos vegetais de culturas (casca de café, palha de arroz, etc.) bem como, manejo do mato e utilização de compostos orgânicos. Ao longo do tempo, novas tecnologias de manejo foram incorporadas ao processo produtivo (filme de polietileno, polímero hidrorretentor, gesso agrícola, fertilizantes de liberação lenta, etc).

### 2.3.1 Cobertura do Solo

É recorrente a utilização de técnicas que visam à cobertura do solo, apontando à exploração de melhorias nos sistemas produtivos. Com a ocorrência de variações climáticas acentuadas, as lavouras de café têm sido submetidas a secas prolongadas e a temperaturas elevadas, com prejuízos na produtividade, qualidade do produto final e, desse modo, no custo de produção.

Algumas formas de proteção do solo, para uma menor perda de água e menor variação da temperatura próximo à rizosfera, têm sido utilizadas, ao longo do tempo e outras surgiram mais recentemente no mercado para atender à cafeicultura.

#### 2.3.1.1 Capim Braquiária (*Urochloa decumbens*)

O uso de plantas de cobertura é uma técnica de grande interesse agrônomo, que implica diversos benefícios ao sistema, tais como a reciclagem de nutrientes, melhoria na estruturação do solo, além de melhorar a floculação dos seus agregados constituintes (PACIULLO et al., 2016). Nesta lógica, a adoção desses tipos de plantas é recorrente nos mais variados sistemas de cultivo. Dentre elas, as plantas do gênero *Urochloa*, pertencente à família Poaceae, são muito exploradas, porque apresentam boa adaptabilidade a condições adversas, facilidade propagativa e rusticidade (PEDROSA et al., 2014). Intrínseca à sua utilização, há o efeito de cobertura, suprimindo fisicamente a germinação das plantas

daninhas (PARTELLI et al., 2010). Por isso, essas espécies de capim braquiária são bastante utilizadas, principalmente, a espécie *Urochloa decumbens*, por possibilitar elevadas produtividades (BONFIM et al., 2003).

Em cafeeiros, o capim braquiária é cultivado nas entrelinhas da cultura e seus restos culturais são depositados na projeção da copa das plantas de café, para que, quando reciclados, sirvam como fonte de nutrientes. Após a roçada, a decomposição de parte dessas raízes auxilia na formação de microporos no solo. Esse sistema assegura maior proteção permanente ao solo, redução na amplitude térmica, além de fornecer matéria orgânica (RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013).

Siqueira et al. (2014b) verificaram melhorias nas características físicas e químicas do solo com a utilização do capim braquiária, nas entrelinhas do cafeeiro, em comparação ao controle mecânico, por meio da utilização do implemento grade de discos em trator. As características como a floculação dos agregados, assim como incrementos na matéria orgânica do solo foram observados nos locais com manejo, por meio da utilização do capim braquiária. Para outras características como retenção de água, teores de macronutrientes e micronutrientes, também, verificou-se efeito benéfico em função da utilização do capim braquiária (SIQUEIRA et al., 2014a).

Rocha et al. (2016), trabalhando com a associação de cafeeiros com o capim braquiária, observaram melhorias nos atributos físico-hídricos do solo, resultando em aumento do volume da água prontamente disponível.

Já, Silva et al. (2007) relatam alteração na biologia do solo em função de plantas de cobertura. Neste aspecto, pode-se relacionar a alteração na biologia do solo com a alteração de sua microbiota e, assim, inferir a possível alteração do perfil sensorial de cafés ali produzidos, visto que a microbiota do solo pode interferir na qualidade dos cafés. Contudo, alguns trabalhos relatam interferência negativa pertinente à utilização do capim braquiária em áreas com cafeeiros, como foi o caso dos resultados encontrados por Souza et al. (2006), os quais, estudando a espécie *Urochloa decumbens*, identificaram interferência negativa, na cultura do cafeeiro, quando utilizando faixas, sem a presença desta poácea, inferiores a 100 cm, ou seja, faixas separando o tronco do cafeeiro do início do solo com a presença da gramínea. Os mesmos autores, também, destacaram que, a partir da faixa de 100 cm, a associação do capim braquiária com as plantas de café era positiva, sem danos à cultura.

Araújo et al. (2012), porém constataram que a faixa de controle de plantas daninhas em cafeeiros, principalmente, em casos de ocorrência do capim braquiária na entrelinha, é

variável, em função da idade da lavoura cafeeira, sendo entre 50 e 70 cm aos 4 meses após a implantação e entre 130 cm e 150 cm após 18 meses.

Da mesma forma, Fialho et al. (2010) verificaram interferência negativa de duas espécies do gênero *Urochloa*, que, em condição de competição com as plantas de cafeeiro, ocasionaram redução no crescimento das plantas. Observaram, também, que, quanto mais nova a lavoura cafeeira e, em condição de competição com esta poácea, mais severos são os danos ocasionados. O manejo adequado, em função da utilização do capim braquiária, deve-se ao fato de que ele pode competir por fatores essenciais ao seu desenvolvimento como água, luz e espaço.

Kubo et al. (2015) preconizaram a não utilização do capim braquiária, em áreas de cafeeiros, com a presença da espécie de nematoide *Pratylenchus brachyurus*, visto que pode hospedar o patógeno e aumentar sua reprodução.

### **2.3.1.2 Filme de Polietileno**

O filme de polietileno é um material sintético, conhecido popularmente como “*mulching*” e tem uso generalizado na horticultura, todavia, em culturas perenes, há carência na elucidação de suas implicações no cultivo. Há muitas variações destes materiais, podendo ser filmes pretos, brancos, cinzas, verdes, marrons, amarelos e prateados (dupla-face), todos utilizados para a cobertura do solo, variando de acordo com a cultura, a necessidade e o resultado desejado (SANTOS et al., 2008; YURI et al., 2012).

O filme de polietileno colocado sobre o solo forma uma barreira física e reduz a troca de vapor d'água entre o solo e a atmosfera. Em consequência, há diminuição, de forma significativa, da evapotranspiração da água, mantendo o solo úmido por mais tempo (SILVA, 2002). Além disso, o solo mantém-se em temperaturas amenas, acarretando em menor amplitude térmica entre o dia e a noite (NEGREIROS et al., 2005).

A maior umidade do solo, juntamente com a barreira física formada, melhora o aproveitamento de fertilizantes, pois evita a lixiviação, resultando em melhoria na disponibilidade de nutrientes, para as plantas e no seu maior crescimento. Em virtude disso, reduz-se o índice de replantio na área, há maior desenvolvimento inicial das mudas, e as plantas ficam mais preparadas para períodos de veranico e estresse (SANTOS et al., 2008).

Yuri et al. (2012), analisando filmes plásticos preto e prata, observaram aumento de rendimento e maior desenvolvimento de frutos, ao se utilizarem esses tipos de plásticos agrícolas em pré-transplante das mudas de morangueiro. Monteiro et al. (2007) detectaram

que o uso da cobertura plástica incrementou o peso médio de frutos de meloeiro, além da produtividade, o diâmetro longitudinal e transversal e a espessura de polpa.

Em cafeeiros irrigados com diferentes tenções de água e cultivados sob filme de polietileno prata e branco, foi constatado incremento no enfolhamento de 17,75% e 1,09%, respectivamente, quando comparados a cafeeiros sem o uso de cobertura (BORGES, 2014).

Barbosa (2015) pontuou maior crescimento de cafeeiros com o uso do filme plástico, de forma que os recursos hídricos foram melhor utilizados, concluindo que pode ser uma alternativa para locais com baixos índices de pluviosidade.

Segundo Valoto et al. (2017), o uso do filme de polietileno na cor prata, como cobertura de solo em lavouras cafeeiras, somado ao manejo de irrigação, promove maior produtividade às primeiras safras, destacando-se como uma técnica promissora no manejo de *Coffea arabica*. Também Knüppel et al. (2016) encontraram melhorias na utilização da água por meio do uso do filme de polietileno em cafeeiros.

Salienta-se que, quando em melhores condições hídricas, a absorção de nutrientes é facilitada no sistema, de forma que a água é o meio de transporte dos nutrientes. Assim, o balanço e eficiência nutricional estão diretamente relacionados com a qualidade sensorial do café (MARTINEZ et al., 2014).

### **2.3.2 Fertilizantes de liberação controlada**

Grande parte dos fertilizantes utilizados na agricultura estão sujeitos a perdas ao ambiente, seja por volatilização, lixiviação ou adsorção. Algumas técnicas atuam reduzindo essas perdas, de modo a otimizar esses recursos, como os fertilizantes de eficiência aumentada que reduzem de maneira considerável as perdas para o ambiente. Os principais objetivos de uso desses fertilizantes são: diminuir as perdas de nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera e melhor disponibilizá-los, de forma ajustada às necessidades das plantas (SHAVIV, 2005; TRENKEL, 2010).

Esses fertilizantes diminuem a disponibilidade inicial dos nutrientes, aumentando sua disponibilidade no tempo, por meio de diferentes mecanismos, visando sincronizar a liberação com a demanda da planta pelo nutriente e diminuindo as suas perdas no ambiente. Sendo assim, as principais vantagens desses fertilizantes, em relação aos convencionais, são que eles apresentam potencial de aumentar a eficiência da adubação nitrogenada e reduzir as perdas dos nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera, implicando menor impacto ambiental, além



de proporcionar melhor ajuste da disponibilidade à demanda dos nutrientes pelas plantas (TRENKEL, 2010).

O termo “fertilizante de liberação controlada” deve ser utilizado, quando se conhece o padrão, a taxa e a duração da liberação do nutriente, sendo possível controlar essas variáveis durante a fabricação do fertilizante (SHAVIV, 2005).

Os fertilizantes nitrogenados de liberação controlada são fertilizantes solúveis convencionais, rapidamente disponíveis nas plantas como a ureia, que são revestidos ou encapsulados por materiais orgânicos ou inorgânicos capazes de controlar a liberação do nitrogênio para o solo (CAHILL et al., 2010). Esse revestimento é insolúvel em água para controlar a sua penetração e, assim, a taxa de dissolução, liberação de nutrientes e duração da liberação, uma vez que protege o grânulo do fertilizante contra a ação da água e do ar, diminuindo sua dissolução imediata (TRENKEL, 2010).

Alguns dos mais importantes compostos utilizados no revestimento da ureia são: enxofre, polímeros, poliestireno, poliésteres, poliuretano, ácidos graxos, látex, produtos à base de petróleo (resinas), magnésio e fosfato de cálcio, gesso e cera (TIMILSENA et al., 2014).

Se houver imperfeições no revestimento dos grânulos de ureia, que permitam a entrada de água, o N pode ser liberado, quase instantaneamente, perdendo seu objetivo. Por frequentes imperfeições no revestimento de enxofre uma camada adicional de polímeros melhora o padrão de liberação do nitrogênio (CANCELIER, 2013).

Dominghetti et al. (2016) relataram redução de perdas de cerca de 90%, quando comparando a ureia convencional com fertilizantes de eficiência aumentada. Da mesma forma, Freitas (2017) observou perdas inferiores a 0,5%, ao utilizar fertilizantes de eficiência aumentada em cafeeiros e utilizando ureia convencional, as perdas foram superiores a 20%. A opção por estes insumos, no entanto, ainda, é dificultada, visto que os preços são consideravelmente elevados em comparação aos convencionais (GUELFY, 2017).

### **2.3.3 Condicionadores de solo**

Condicionadores de solo são produtos que atuam na melhoria de suas características, sejam elas químicas ou físicas, de modo que tenham melhor desempenho agrônômico e suporte para crescimento e desenvolvimento das plantas ali cultivadas de modo otimizado.

### 2.3.3.1 Casca de café (pericarpo do fruto)

A casca de café é resíduo do processamento do fruto, composta, principalmente, pelo seu exocarpo, mesocarpo e endocarpo. Isso posto, na produção cafeeira, grande parte do volume de café colhido na lavoura é constituído de casca, tornando-se um importante subproduto nas propriedades cafeeiras (MURTHY; NAIDU, 2010).

A casca de café pode ser obtida, no processamento dos frutos por via úmida, quando o subproduto é formado de exocarpo e parte do mesocarpo, ou obtida, no processamento por via seca, quando então o subproduto é constituído de exocarpo, mesocarpo e endocarpo. Na grande maioria das propriedades cafeeiras do Brasil, o subproduto é o obtido por via seca, o que facilita, inclusive, sua utilização na lavoura. A reutilização desse material é feita em grande escala, para diversas utilidades, como na produção e bem-estar animal, como fertilizante orgânico de solo, condicionador de solo e também como combustível para fornalhas em sistemas com demanda de energia térmica (FERNANDES et al., 2013).

Na cafeicultura, o uso da casca de café ocorre, preferencialmente, por meio do seu retorno às lavouras, como fertilizantes, ou também como forma de gerar energia aos secadores de café. Porém pesquisas recentes mostram a importância da utilização desse material como fonte de potássio, além de ser um ótimo condicionador de solo, melhorando as suas estruturas físicas e químicas. Possui em sua composição teores variáveis de nutrientes, sendo cerca de 1,5 a 3,0% de nitrogênio; 0,1 a 0,2% de fósforo; 2,5 a 4,0% de potássio. Para a aplicação na lavoura cafeeira, recomenda-se sua aplicação em camadas de, no máximo, 3 a 4 cm, em cobertura, para fornecimento de nutrientes de forma gradual (CARVALHO et al., 2012; MATIELLO et al., 2016).

Quando utilizada a casca de café visando à nutrição do cafeeiro, verificou-se aumento da capacidade de troca de cátions do solo, além da matéria orgânica, fazendo com que a produtividade fosse 25% maior que a testemunha sem a presença da casca. Ademais, podem-se reduzir as quantidades utilizadas dos nutrientes fornecidos pela casca (FERNANDES et al., 2013).

A aplicação da casca de café em cafeeiros, seja incorporada ou em superfície, incrementou os teores foliares de nitrogênio, boro e potássio na parte aérea do cafeeiro (PAULA et al., 2017). A casca de café atua no solo, contribuindo para suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Há uma melhora na retenção de água pelo solo, ocorre maior controle da erosão; a variação de temperatura é diminuída, a capacidade de troca de cátions é

aumentada, a atividade biológica do solo e o controle de plantas daninhas na projeção da copa são favorecidos (SANTOS et al., 2001).

Trabalhos de Santos et al. (2002) associam a utilização da casca do café com o controle biológico de plantas daninhas, por meio da alelopatia. Também pode estar associada a uma forma de controle físico, em que a camada de casca depositada na linha de cultivo do cafeeiro atua de forma que suprima a germinação das sementes das plantas daninhas.

Quanto à utilização da casca de café, na cova de plantio, a dose indicada é de 10 litros por cova (GUIMARÃES et al., 1999).

### **2.3.3.2 Composto orgânico**

Na agricultura, o emprego de material orgânico exógeno ao solo é uma prática recorrente, visto que implica diversas vantagens, tanto para o solo, quanto para as plantas ali cultivadas. Dentre as diversas fontes de matéria orgânica, encontra-se a compostagem, que se aplica a materiais orgânicos palhosos de maior relação carbono/nitrogênio (C:N), misturados com fontes mais ricas em nitrogênio como os esterco animais (KIEHL, 2001).

A incorporação de materiais mais pobres em maiores quantidades, que levam muito tempo para decompor, permite o aumento do volume final de composto e a conservação do nitrogênio dos materiais de baixa relação C:N, durante a decomposição, que liberam esse nutriente na forma amoniacal. Ao término da compostagem, a massa compostada é reduzida em um terço, pois parte do carbono orgânico é perdido na forma de CO<sub>2</sub> (KIEHL, 2001).

Após a estabilização desse material, passa a apresentar cor escura, alto teor de húmus e matéria orgânica, substâncias orgânicas mineralizadas e os nutrientes nas formas disponíveis para as plantas. 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).

Tanto as diversas fontes orgânicas, empregadas na compostagem como o produto final, apresentam composição variável (KIEHL, 1985). A maior dificuldade, para caracterizar os adubos orgânicos, quanto à composição química e eficiência agrônômica, prende-se à sua grande diversidade quanto à origem, grau de umidade e percentagem de conversão (GUIMARÃES, 1999).

As variações dos teores de nutrientes, em diferentes materiais orgânicos, podem se tornar um complicador, quando é necessário definir quantidades a serem aplicadas ao solo ou serem misturadas em compostos. Uma maneira de reduzir tal variabilidade é determinar, para

cada material, padrões de produção que facilitam as estimativas das quantidades a serem utilizadas (LIMA et al., 2002).

O composto orgânico obtido pela compostagem é benéfico para o solo por contribuir para o aumento nos teores de matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, melhorando assim a fertilidade do solo. O aumento do teor de matéria orgânica favorece, ainda, a maior atividade microbiana, retenção de água e controla a temperatura do solo, maior aeração, infiltração e retenção de água (OLIVEIRA; LIMA; CAJAZEIRA, 2004; REZENDE, 2010).

Em decorrência de melhoria da qualidade física, nutricional e biológica, a utilização de adubos como o composto orgânico se apresenta viável, para sistemas de produção orgânica e ainda pode resultar em menor custo com a compra de fertilizantes minerais gerando economia. Nos solos brasileiros, em sua maioria, pobres em matéria orgânica, a aplicação de composto orgânico é recomendada (MARCHI, 2006; REZENDE, 2010).

Ao contrário, na nutrição mineral, Malavolta (1993) considera que, do ponto de vista prático, a matéria orgânica deve ser concebida somente em relação ao melhoramento da estrutura física do solo, aumentando o armazenamento e a circulação da água e do ar e diminuindo a perda de solo por erosão, tendo em vista ser possível cultivar o cafeeiro sem recorrer a fontes externas de matéria orgânica.

Ainda, o potencial dos adubos orgânicos combinados com fontes minerais pode ser observado nos trabalhos de Bragança (1985), que, trabalhando com café arábica, observou que a utilização de cinco litros de esterco de galinha por planta permite reduzir 40% da adubação NPK do cafeeiro Catuaí, com aumento de 20% da produção.

### **2.3.3.3 Gesso Agrícola**

O sulfato de cálcio diidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), denominado gesso agrícola, é um condicionador de solo, obtido como subproduto da indústria de fertilizantes fosfatados, que possui em sua composição de 17 a 20% de Ca, 14 a 17% de S, 0,6 a 0,75% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 0,6 a 0,7% de Fe e 0,12% de Mg (OLIVEIRA et al., 2012; REIS; CUNHA, 2010).

A utilização do gesso, denominada prática de gessagem, apresenta benefícios da correção de camadas subsuperficiais, por meio da redução da saturação por  $\text{Al}^{3+}$  e adição de  $\text{Ca}^{2+}$ . Além disso, há também a adição de S e o caminhamento de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  em profundidade (DIAS, 1992; RAMOS et al., 2013). Com isso, há uma melhora das condições do ambiente para o sistema radicular. Essa melhoria do ambiente subsuperficial proporciona

ainda maior desenvolvimento do sistema radicular e maior exploração de volume de solo, melhor aproveitamento da água e dos nutrientes contribuindo para maior tolerância das plantas ao estresse hídrico (GUIMARÃES et al., 1999; REIS; CUNHA, 2010).

Salienta-se ainda que, para o uso desse condicionador, existem critérios químicos e físicos do solo. Seu uso indiscriminado ou, quando não recomendado, pode acarretar em desvantagens e grandes prejuízos aos ambientes de cultivo. A aplicação de gesso é recomendada quando a análise de solo da camada subsuperficial (20 a 40 cm) apresentar pelo menos uma das seguintes situações: teor de  $Al^{3+}$  superior a  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , teor de  $Ca^{2+}$  inferior a  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; saturação por  $Al^{3+}$  superior a 30% (GUIMARÃES et al., 1999).

Serafim (2011) apurou que os melhores resultados químicos, decorrentes da aplicação de gesso no cafeeiro, foram potencializados, quando associados a outras práticas como adubação adequada, tratamentos fitossanitários e manutenção da cobertura na entrelinha.

Da mesma forma, Serafim et al. (2013) constataram que, se não há água prontamente disponível nas camadas superficiais, durante a seca, o maior volume de solo explorado pelas raízes contribui para diminuir o déficit hídrico. Esses autores apontam a existência de raízes no cafeeiro que retiram água do solo a 1,6 m de profundidade.

Souza et al. (2005), em um experimento com milho, reportaram que o sistema radicular das plantas atingiu, sem a aplicação de gesso, até 0,45 m de profundidade, sendo que 61% das raízes estavam concentradas, na camada mais superficial, até 0,15 m. Quando o gesso foi aplicado, os autores detectaram raízes até a profundidade de 0,75 m, bem distribuídas, ao longo do perfil, em que apenas 31% estavam, na camada mais superficial, até 0,15 m.

Utilizando-se o gesso, o sistema radicular se mostra melhor distribuído e com boa profundidade. A aplicação de gesso também melhora a absorção de N, P, K, Ca e S em condições de deficiência de água proporcionando um aumento na produção de grãos (CAIRES et al., 2001).

#### **2.3.3.4 Polímero Hidrorretentor**

O polímero hidrorretentor é uma macromolécula constituída por cadeias longas de monômeros, podendo ser sintético, como o plástico ou natural como as proteínas, os polissacarídeos, as resinas, as gomas, entre outros. Homopolímero ou copolímero é formado pela repetição do mesmo monômero ou de monômeros diferentes, respectivamente (LUCAS; SOARES; MONTEIRO, 2001).

Prevedello e Loyola (2007) observaram que o uso de polímeros hidrorretentores é uma alternativa eficaz, quando a baixa disponibilidade de água no solo pode afetar, negativamente, o desenvolvimento e crescimento das plantas, pois o polímero pode aumentar o armazenamento de água, já que absorve de 150 a 400 vezes sua massa seca. Nesta continuação, Castro et al. (2014) ponderam a utilização desses polímeros como uma alternativa, para a mitigação dos efeitos da falta de água em cafeeiros, atuando como um condicionador de solo.

O uso do polímero implicou maior diâmetro de caule e densidade radicular do cafeeiro, utilizando-se a dose de 4 kg por hectare, na forma de pó (CASTRO et al., 2014). Marques, Cripa e Martinez (2013), aplicando o polímero hidrorretentor, para a formação de mudas de cafeeiro, obtiveram bons resultados, diminuindo parte da irrigação demandada comumente. A dose de 2g por saquinho de polietileno foi utilizada e proporcionou mudas de mesma qualidade que aquelas totalmente irrigadas.

Para o plantio, Pieve et al. (2013), também, obtiveram bons resultados, utilizando, em cada cova, uma solução de 1,5 litros, composta por 1,5 kg de polímero hidrorretentor diluídos em 400 litros de água. Neste estudo, foi encontrada diferença significativa com e sem o uso do polímero até os 111, dias após a implantação, porém, aos 476 dias pós-plantio, já não houve diferença entre os tratamentos.

Outros resultados positivos, ainda, foram encontrados, ao se utilizar o polímero de forma hidratada, em mudas de cafeeiro, de forma que a altura e o peso das plantas foram superiores e o turno de rega aumentado (AZEVEDO et al., 2002). Oliveira et al. (2014) relatam alterações, na anatomia foliar de cafeeiros, em consequência da utilização do polímero hidrorretentor, em plantas de cafeeiro com até 24 meses as quais se mostram favoráveis para auxílio à planta em condições de déficit hídrico. Oliveira et al. (2015), da mesma forma, destacam os benefícios da utilização do polímero hidrorretentor na redução da mortalidade de mudas de cafeeiro.

Ao final deste estudo, desse modo, tem-se também como objetivo a elucidação das interações dos diferentes métodos de manejo da cobertura do solo, com os diferentes tipos de fertilizantes e com os condicionadores de solo, a fim de que se possa descobrir seus benefícios e desvantagens para a cultura cafeeira, visto que, na literatura atual, o conhecimento das particularidades desses manejos são descritos de forma isolada.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em campo, em área experimental do Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura - DAG, na Universidade Federal de Lavras - UFLA, em Lavras - MG, no período de janeiro de 2016 a outubro de 2018. Os dados utilizados são de outubro de 2017 a outubro de 2018. As coordenadas geográficas da área são latitude 21°13'36.47" Sul e longitude 44°57'40.35 Oeste, com altitude média de 975 metros. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é classificado como Cwa, mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagens de inverno (SÁ JÚNIOR et al., 2012).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013) de textura argilosa. As características químicas (camada do solo 0 a 20 e 20-40 cm) e a granulometria do solo, antes da instalação do experimento, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química (profundidades de 0-20 e 20-40 cm) e a granulometria do solo da área experimental, antes da instalação do experimento. Lavras - MG, 2015.

Prof. (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	P (mg dm <sup>-3</sup> )	K	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	(H+Al)	SB	(t)	(T)
0-20	5.0	4.5	104	1.5	0.5	0.2	3.5	2.3	2.5	5.7
20-40	4.6	1.4	48	0.5	0.2	0.5	4.4	0.8	1.3	5.1
	V (%)	m	M.O. (dag kg <sup>-1</sup> )	P-Rem (mg L <sup>-1</sup> )	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	Fe	Mn	Cu	B	S
0-20	39.6	8.1	2.1	27.1	2.9	102.7	22.9	4.1	0.3	35.9
20-40	15.9	37.8	1.3	16.5	0.7	93.5	10.6	3.2	0.5	60.7
Classificação do solo	Argila (dag kg <sup>-1</sup> )			Silte			Areia			
Textura Argilosa	44			9			47			

Fonte: Castanheira (2018).

Laudo emitido pelo Laboratório de Análise Química e Física de Solo do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

Nota: SB = soma de bases trocáveis; (t) = capacidade de troca catiônica efetiva; (T) = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V = índice de saturação de bases; m = índice de saturação por alumínio.

A análise de solo, referente aos 2 anos subsequentes, foi realizada, porém não pode ser utilizada em comparação à análise inicial, pois as análises são particulares a cada tratamento, e a primeira foi realizada na área total do experimento.

### **3.2 Instalação e condução do experimento**

O plantio do café foi realizado, em 21 de janeiro de 2016, com mudas de café da cultivar “Mundo Novo IAC - 379-19”, com espaçamento de 3,6 metros nas entrelinhas de plantio e 0,75 metros entre as plantas.

Para a correção do solo, a dose de calcário utilizada, em área total, para elevar a saturação por bases a 70%, correspondeu a 1,9 ton ha<sup>-1</sup>. Utilizou-se calcário dolomítico calcinado com 35% de CaO e 14% de MgO, com PRNT de 90%. De forma complementar, aplicaram-se 150g m<sup>-1</sup> de calcário no sulco de plantio. Posteriormente, realizou-se a aplicação de 350 g de superfosfato simples por metro linear. A correção do solo e a adubação fosfatada foram realizadas, de acordo com os resultados da análise de solo (TABELA 1), seguindo as recomendações estabelecidas na 5<sup>a</sup> Aproximação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999).

O monitoramento de pragas e doenças foi feito regularmente, segundo o calendário agrícola da cultura. O manejo fitossanitário foi realizado, conforme a necessidade, seguindo as recomendações de Matiello et al. (2010). A aplicação foliar de micronutrientes seguiu as especificações de Guimarães et al. (1999).

O controle da vegetação espontânea, nas entrelinhas do cafeeiro, foi feito com utilização de roçadora mecânica em todas parcelas experimentais. No entanto, na linha de plantio, o controle foi realizado, de acordo com o tipo manejo específico a cada tratamento da parcela, que será detalhado posteriormente.

### **3.3 Delineamento experimental e tratamentos**

Os fatores em estudo foram dispostos em esquema fatorial 3x2x5, perfazendo um total de 30 tratamentos alocados na área experimental em parcelas subdivididas. Utilizou-se o delineamento experimental, em blocos ao acaso, com três repetições. Nas parcelas, foram casualizados três manejos do solo (filme de polietileno, capim braquiária e vegetação espontânea). Nas subparcelas, foram alocados os dois tipos de fertilizantes (convencional e fertilizante de liberação controlada). Nas subsubparcelas, foram distribuídos os quatro



condicionadores de solo (casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor, composto orgânico) e a testemunha sem condicionador (TABELA 2).

Cada unidade experimental foi composta por seis plantas, consideradas como plantas úteis as quatro centrais. Entre as linhas de tratamento, utilizou-se uma linha de bordadura a fim de que se evitasse a interferência de um tratamento sobre o outro.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos. Lavras - MG, 2019.

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

Fonte: Do autor (2019).

Para o manejo do solo com uso do filme de polietileno, utilizou-se um material dupla face preto e branco, com 1,60 m de largura. O filme foi instalado na linha de plantio, logo após o transplante do café do viveiro para o campo, sendo a parte superior branca e a inferior preta. Segundo recomendações do fabricante, a face preta tem a função de não permitir a passagem de luz e, por conseguinte, impedir a emergência de plantas espontâneas; já a face branca reflete os raios solares, dispersando o calor excessivo do solo. Após a colocação do filme de polietileno, fixaram-se as suas laterais com a amontoa de terra. Para a aplicação de fertilizantes e condicionadores de solo sob o filme, as suas laterais foram levantadas e, logo depois, após a aplicação dos tratamentos, fixadas novamente com o solo nas bordas.

O manejo com o capim braquiária foi estabelecido por meio do consórcio café e capim braquiária. O capim braquiária (*Urochloa decumbens*) foi cultivado, na entrelinha do cafeeiro, enquanto a linha de plantio foi mantida sempre coberta pelos resíduos vegetais provenientes da sua ceifa. Logo após a demarcação dos sulcos de plantio (dezembro de 2015), realizou-se a semeadura do capim braquiária, a lanço, em uma faixa de 1,60 m na entrelinha do cafeeiro, para que se mantivesse uma distância de 1,00 m da linha de plantio. Utilizou-se a quantidade de 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de *Urochloa decumbens* para o seu estabelecimento na área experimental. A ceifa do capim braquiária foi realizada sempre antes do seu florescimento, com roçadora mecânica, a fim de se evitar a competição com o cafeeiro. Em seguida, a biomassa do capim braquiária foi colocada sob a copa do cafeeiro, com o auxílio de um rastelo, ocupando 1,00 m de distância de cada lado da linha de plantio.

Para quantificar a biomassa de capim braquiária colocada sobre o solo na linha de plantio, foram coletadas amostras em cada unidade experimental. Logo após, determinou-se o peso fresco e estimou-se que, em média, foram depositados 1,8 kg.m<sup>-2</sup> de material vegetal da poácea após cada ceifa.

O manejo do solo com a vegetação espontânea foi realizado, mantendo uma faixa de 1,00 m de cada lado da linha de plantio sempre limpa, por meio de capinas e aplicações de herbicidas pós e pré-emergentes. O manejo da vegetação espontânea, na entrelinha, foi realizado por meio da utilização de roçadora mecânica.

O fator de estudo “tipos de fertilizantes” foi constituído por duas diferentes tecnologias para o fornecimento de nitrogênio (N) e potássio (K) às plantas. O fertilizante convencional foi composto pelo formulado NPK 20-00-20 com complemento, quando necessário, de ureia convencional (45% N). O fertilizante de liberação controlada foi composto por um produto comercial (37% N), com ureia revestida por partículas de enxofre elementar mais uma camada de polímeros orgânicos e outro produto comercial (52 % K<sub>2</sub>O)

com cloreto de potássio, também revestido com partículas de enxofre elementar mais uma camada de polímeros orgânicos.

As adubações foram realizadas, em consequência dos resultados da análise de solo (TABELA 1) e das necessidades nutricionais do cafeeiro, descritas por Guimarães et al. (1999). Na adubação de pós-plantio, aplicaram-se 10 g de N e 10 g de K<sub>2</sub>O por planta. Na adubação de 1º ano pós-plantio, aplicaram-se 30 g de N e 10 g K<sub>2</sub>O por planta. Ressalta-se que as doses aplicadas de cada tipo de fertilizante utilizado foram determinadas, com o fim de que a quantidade de nutrientes fornecida às plantas fosse a mesma, diferenciando apenas o tipo de fertilizante utilizado (convencional ou de liberação lenta).

A aplicação do fertilizante convencional foi de forma parcelada, em cobertura, aos 30 (fevereiro de 2016) e 60 dias (março de 2016) após o plantio. Na adubação de 1o ano pós-plantio, parcelou-se a dose recomendada, em três vezes, a intervalos de 45 dias, com a primeira aplicação realizada em novembro de 2016. O fertilizante de liberação controlada foi aplicado de forma única, em covetas laterais com 5 cm de profundidade, quatro dias após o plantio e, na adubação de 1o ano pós plantio, em novembro de 2016.

Para o 2º ano após o plantio, as doses foram calculadas para cada parcela (GUIMARÃES et al., 1999). Houve grande variação das quantidades aplicadas de N e K, em virtude das diferentes cargas pendentes de frutos dos diferentes tratamentos. Para os fertilizantes de liberação controlada, a aplicação foi realizada uma única vez, em novembro de 2017. Já as parcelas com aplicação de fertilizantes convencionais, a fertilização foi dividida em três parcelamentos, sendo em novembro, dezembro e fevereiro, obedecendo a um intervalo de 45 dias entre cada aplicação.

Os condicionadores casca de café, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e composto orgânico foram as técnicas agronômicas utilizadas no experimento como condicionadores de solo. A aplicação da casca de café, do gesso agrícola e do composto orgânico foi realizada em cobertura, na projeção da copa do cafeeiro, logo após o plantio (GUIMARÃES et al., 1999). A casca de café e o composto orgânico foram aplicados na dose de 10 L por planta, distribuídos uniformemente nas respectivas subparcelas. A casca de café aplicada foi proveniente do processo de beneficiamento do café em coco (processamento por via seca utilizado na maioria das propriedades cafeeiras do Brasil). O composto orgânico utilizado foi um produto comercial contendo resíduos de fazendas e de indústrias alimentícias (APÊNDICE B).

Nos tratamentos com gesso agrícola, aplicaram-se 300 g.m<sup>-2</sup> com recomendação realizada, por resultados da análise de solo, na profundidade de 20 a 40 cm (TABELA 1),

sendo a dose calculada com base na textura do solo. O produto utilizado apresentava 18% de cálcio e 15% de enxofre.

O polímero hidrorretentor foi aplicado na ocasião do plantio. Preparou-se a solução do polímero, na proporção de 1,5 kg do produto em 400 litros de água, permanecendo em repouso por 30 minutos para a completa hidratação. Depois aplicaram-se 1,5 litros da solução, em cada cova de plantio, incorporando o polímero ao solo de preenchimento das referidas covas (PIEVE et al., 2013).

A subparcela denominada testemunha não recebeu condicionador de solo, sendo influenciada apenas pelos fatores manejo e tipo de fertilizante.

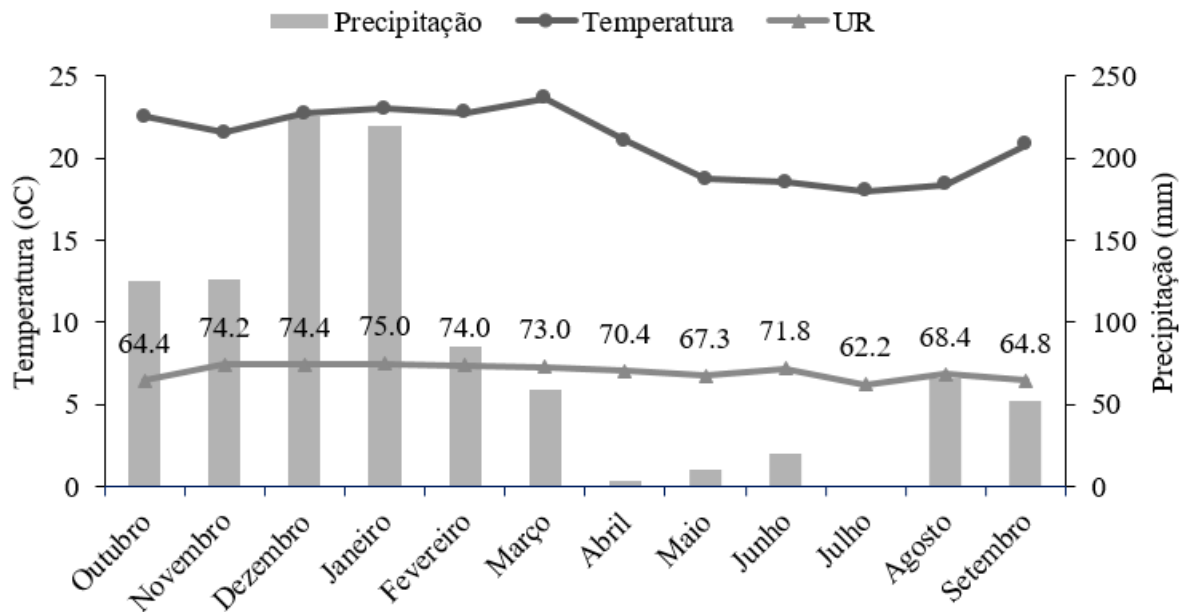
Todos os condicionadores foram reaplicados, anualmente, sempre no mês de outubro.

### **3.4 Características avaliadas**

As mensurações das características avaliadas foram realizadas, em 2 épocas distintas, para acompanhar as respostas do cafeeiro tanto na época chuvosa quanto na seca (diferentes condições climáticas influenciando os efeitos dos tratamentos) na área experimental: E1 (fevereiro de 2018) e E2 (outubro de 2018). A análise de solo foi realizada, em outubro de 2018, no laboratório de análises de solo da Universidade Federal de Lavras – UFLA, e a análise foliar em dezembro de 2018, no laboratório de análises foliares da REHAGRO pesquisa.

Os dados climáticos foram monitorados, por meio de uma estação meteorológica automática, instalada próxima à área experimental, obtendo-se dados como volume das chuvas (precipitação), temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar (FIGURA 1).

Figura 1- Representação gráfica das variáveis climatológicas registradas mensalmente entre os anos de 2017 e 2018.



Fonte: Do autor (2019).

### 3.4.1 Crescimento de plantas e umidade do solo

As avaliações do crescimento vegetativo das plantas foram realizadas, nas duas épocas estudadas, com exceção do comprimento do ramo plagiotrópico, número de nós no ramo plagiotrópico e a umidade do solo, que foram realizadas somente na primeira época.

Foram analisadas as características de crescimento:

- Altura de plantas (AP): medida em cm, por meio de régua graduada, desde o colo da planta até a gema apical do ramo ortotrópico.
- Diâmetro de caule (DC): medido em mm, por meio de um paquímetro eletrônico, na região do colo da planta.
- Número de ramos plagiotrópicos (NRP): contagem dos ramos plagiotrópicos que apresentavam mais de um par de folhas.
- Comprimento do primeiro ramo plagiotrópico (CRP): medido em cm, por meio de régua graduada, no primeiro ramo plagiotrópico acima do colo da planta desde a inserção do ramo ortotrópico até a gema terminal.
- Diâmetro de copa (DCP): medido em cm, na região da copa do cafeeiro, compreendendo toda a extensão dos ramos plagiotrópicos dos dois lados da planta.

- f) Número de nós no ramo plagiotrópico (NNRP): contagem em toda a extensão do primeiro ramo rente ao solo.

A umidade do solo (US) foi determinada pelo método padrão, por meio da coleta de uma amostra deformada na camada de 0 a 20 cm, em cada unidade experimental, com auxílio de um trado de rosca. Mensurou-se a massa úmida, em balança de precisão e mantiveram-se as amostras em estufa a 105 °C por 24 horas, para determinar a massa seca. Posteriormente, calculou-se a umidade gravimétrica do solo, em porcentagem, pela razão da diferença da massa úmida e seca pela massa seca (EMBRAPA, 1997).

### **3.4.2 Qualidade Física, Sensorial e Produtividade**

Ao final do ano agrícola, realizou-se a colheita de cada parcela do experimento, quantificado os litros de café por parcela, oriundos das quatro plantas úteis, para o cálculo do rendimento.

Após a realização da colheita, foram separados 7 litros de café cereja, ou seja, frutos com maturidade fisiológica completa, com coloração vermelha padrão para todos os frutos e ausência de frutos verdes. Os frutos colhidos em cada parcela foram secos, separadamente, em peneiras próprias para secagem, seguindo as especificações de Borém (2008), por meio da secagem pelo método em dobras de camadas. Para estas respectivas amostras, após a secagem e posterior período de repouso de 60 dias, procedeu-se à sua avaliação sensorial, seguindo as especificações de Lingle (2011), pelo protocolo padrão SCAA. Por meio desta avaliação, obtiveram-se os resultados para: fragrância, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, visão geral e nota final.

Com o restante do café colhido em cada parcela, procedeu-se à secagem da mesma forma descrita anteriormente. Após a secagem, realizaram-se as avaliações físicas do café, resultando em:

- a) Granulometria dos grãos;
- b) Quantidade de defeitos na amostra;
- c) Catação.

Também realizou-se a medição do peso e o volume de cada amostra após a secagem e após o beneficiamento. Desta forma, foram obtidos os resultados:

- a) Produtividade em sacas por hectare;
- b) Rendimento em litros de café de cada parcela no momento da colheita por saca de café beneficiado produzida.

### **3.4.3 Custo de Produção**

Os custos inerentes a cada tratamento foram levantados, segundo cotação atual, sendo que foram determinados desde o momento da implantação até o momento da colheita. A análise de custos foi realizada seguindo especificações de Reis (2007).

### **3.5 Análise estatística**

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 foram realizados por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

Também por meio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016), foi empregada a análise multivariada dos dados. Realizou-se a análise de variáveis canônicas, para avaliar a similaridade dos tratamentos, por intermédio de dispersão gráfica. Foi realizada a análise de variância multivariada (MANOVA), em seguida, utilizou-se a função `candiscList()` da biblioteca `candisc` (FRIENDLY; FOX, 2017).

## 4 RESULTADOS

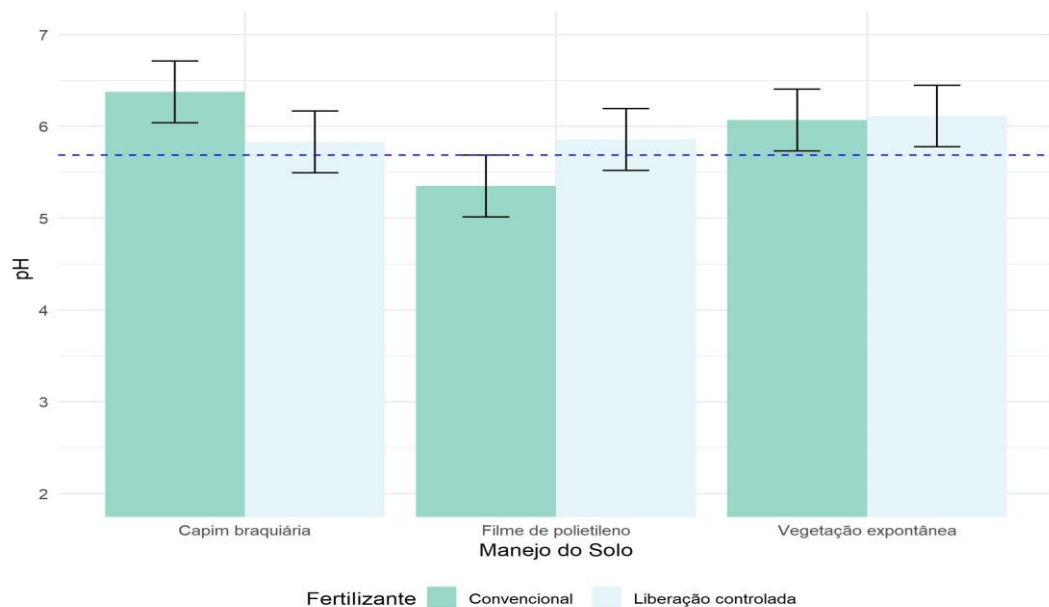
Os resultados apresentados referem-se às características que apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3 - 4, APÊNDICE A).

### 4.1 Teores nutricionais do solo

Para a característica de potencial hidrogeniônico (pH) no solo em cafeeiros, o fator fertilizantes apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), em interação com o fator manejo da cobertura do solo, assim como interação com o fator condicionadores (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores manejo da cobertura de solo e fertilizantes, não se observam diferenças significativas no pH entre os tipos de fertilizantes dentro de cada manejo de solo empregado. Entretanto, ao se utilizar o fertilizante convencional, menores valores de pH são observados com a utilização do filme de polietileno (FIGURA 2).

Figura 2 - Representação gráfica do valor do pH no solo em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea) e dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada).



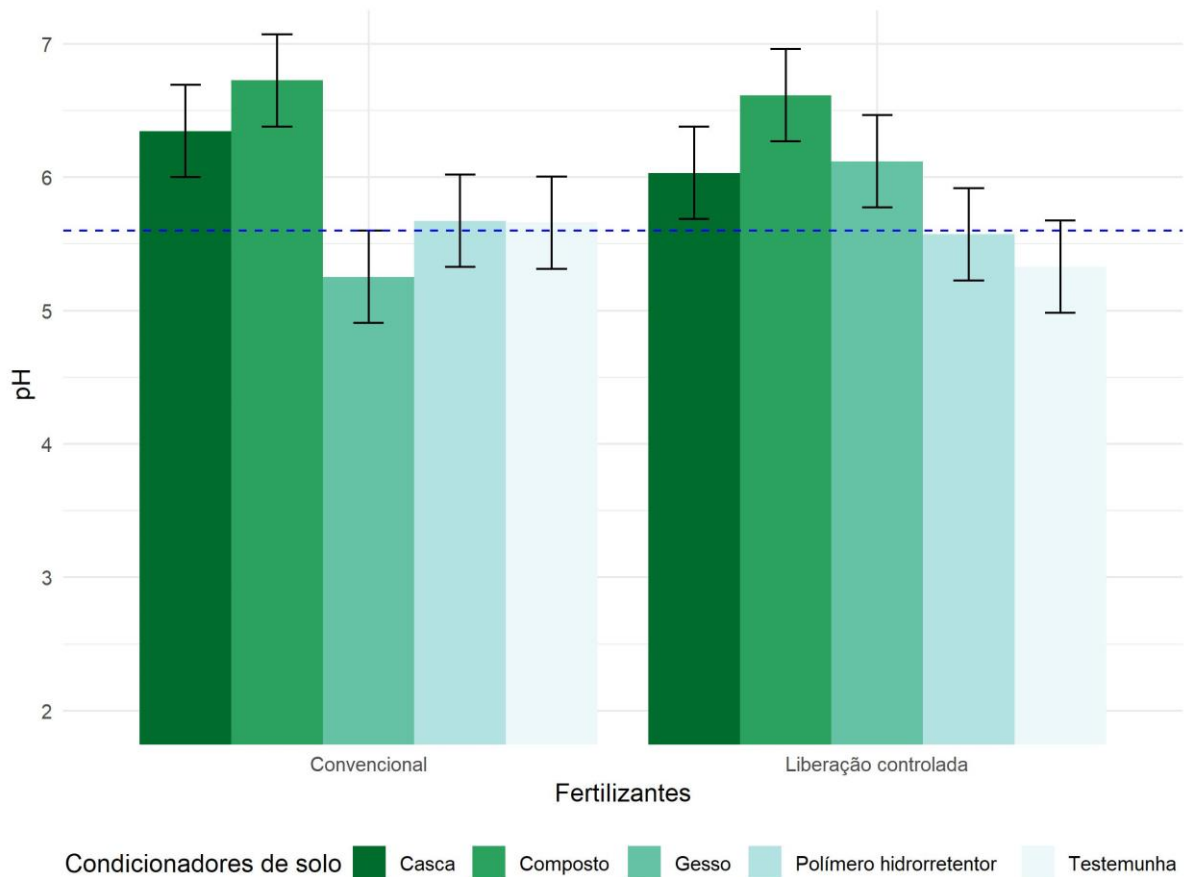
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.  
Fonte: Do autor (2019).



Para a interação dos fatores, condicionadores e fertilizantes, houve diferença nos tratamentos em que foram empregados o fertilizante convencional, de modo que maiores valores de pH foram observados com a utilização do composto orgânico, seguido pela casca de café, quando comparados aos demais condicionadores de solo (FIGURA 3).

No caso específico do fertilizante de liberação controlada, a utilização do composto orgânico proporcionou maiores valores de pH quando comparado ao polímero hidrorretentor e testemunha (FIGURA 3).

Figura 3 - Representação gráfica do valor de pH no solo em cafeeiros cultivados com dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e sem o uso de condicionadores - testemunha).



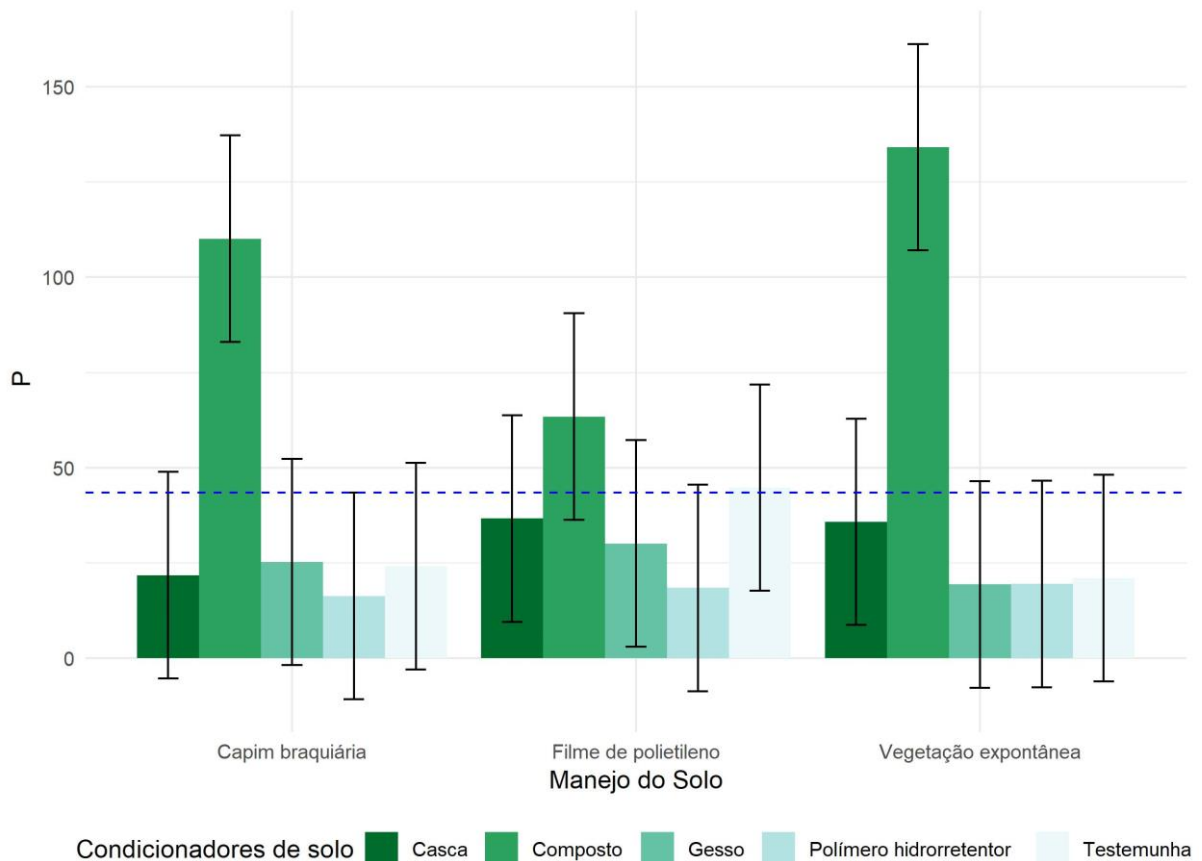
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica teor de fósforo (P) no solo em cafeeiros, o fator manejo da cobertura do solo apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em interação com o fator condicionadores (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores manejo da cobertura de solo e condicionadores, houve diferença entre o P do solo, de forma que, para o manejo com utilização do capim braquiária, o composto orgânico utilizado como condicionador proporcionou maior teor deste nutriente no solo quando comparado aos solos dos demais condicionadores de solo. No tratamento manejo com o filme de polietileno, não houve diferença entre os teores de P dos solos com os diferentes condicionadores. E em se tratando do manejo da lavoura com a cobertura, por meio da vegetação espontânea, a utilização do composto orgânico proporcionou maior teor de P no solo quando comparado aos solos dos tratamentos com os demais condicionadores (FIGURA 4).

Figura 4 - Representação gráfica do teor de fósforo (P) no solo em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha - sem condicionador).



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

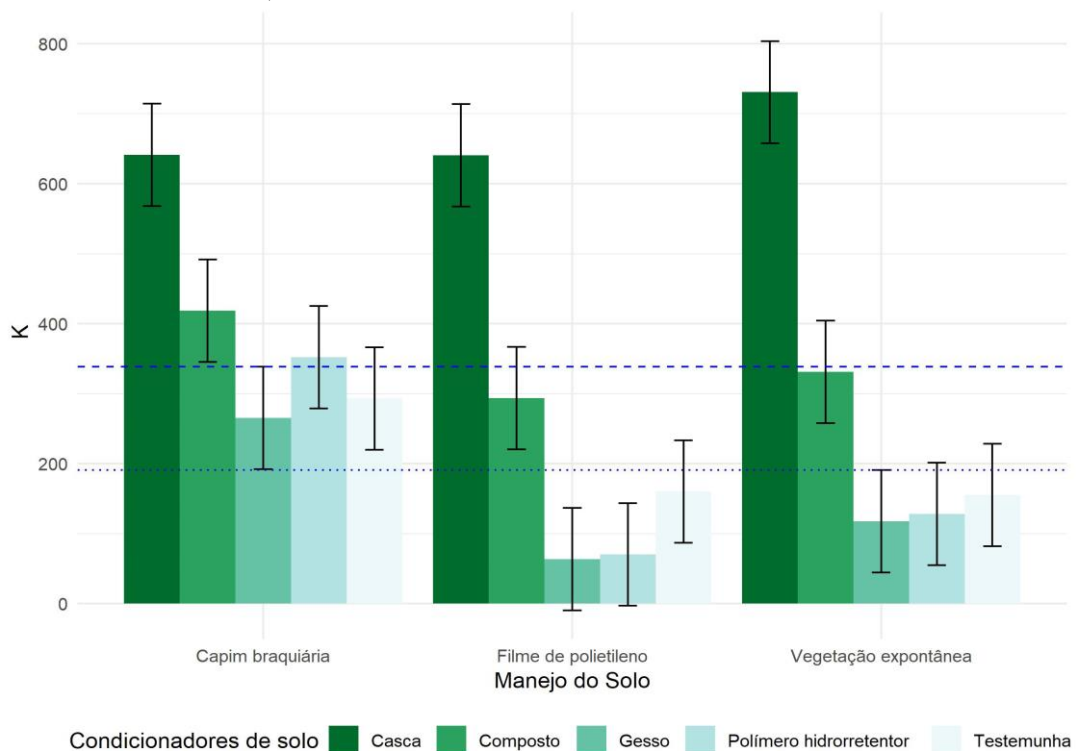
Fonte: Do autor (2019).

Assim, o teor de fósforo no solo foi maior, quando se utilizou o composto orgânico como condicionador, especialmente, no solo onde havia algum tipo de vegetação como cobertura.

Para a característica teor de potássio (K) no solo, o fator manejo da cobertura do solo apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em interação com o fator condicionadores (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores manejo da cobertura de solo e condicionadores, houve diferença entre o teor de K do solo, de forma que, no caso do manejo com o capim braquiária, o uso do condicionador casca de café proporcionou maior teor deste nutriente quando comparado aos demais condicionadores. Nos demais manejos de cobertura utilizados, a tendência foi a mesma, com maiores teores de K no solo, de acordo com a utilização da casca de café, independentemente da cobertura utilizada. De forma geral, em solos com o uso do condicionador composto orgânico, o teor de potássio é inferior ao solo com a utilização da casca de café, porém superior aos demais condicionadores (FIGURA 5).

Figura 5 - Representação gráfica do teor de potássio (K) no solo em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha - sem condicionador).



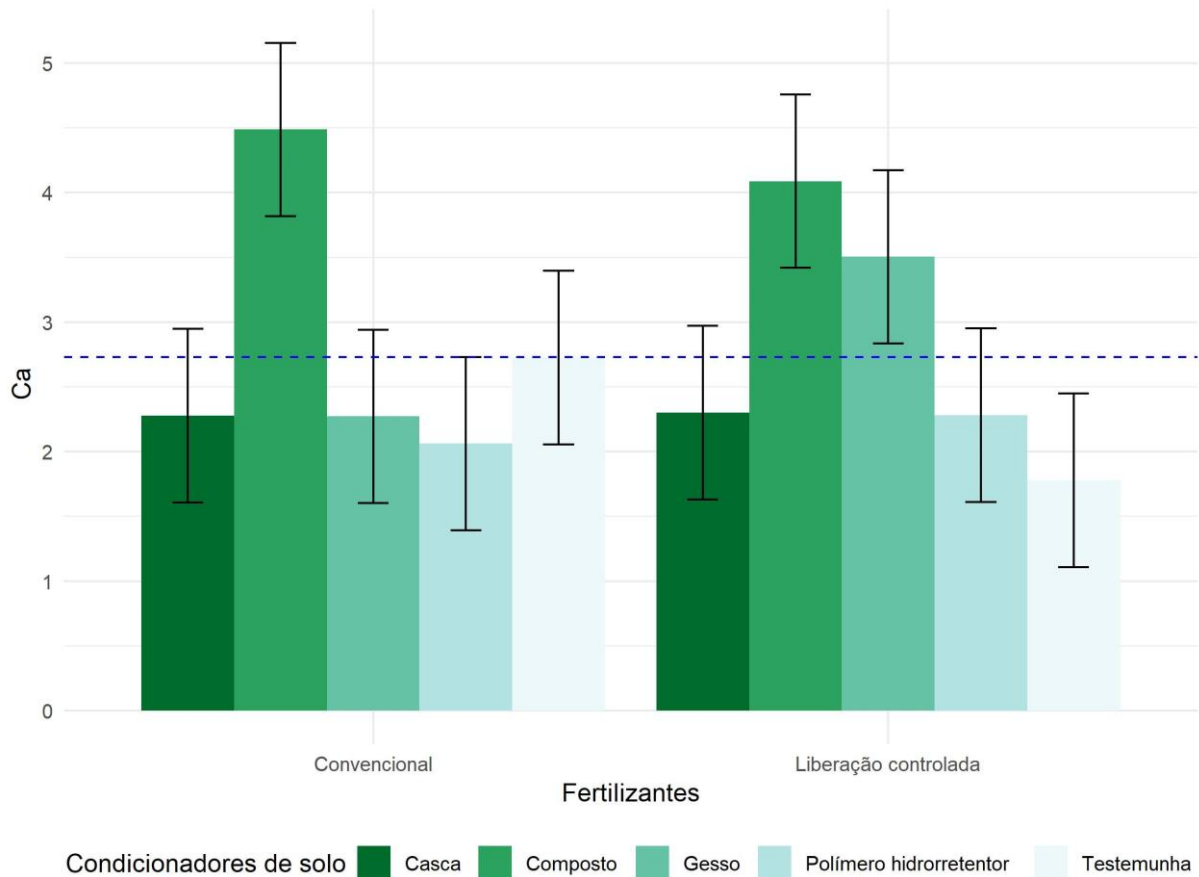
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica teor de cálcio (Ca) no solo, o fator fertilizantes apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em interação com o fator condicionadores (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores fertilizantes e condicionadores, houve diferença entre o teor de Ca do solo, desta forma, independentemente do tipo de fertilizante utilizado, geralmente, o uso do composto orgânico proporciona maiores teores deste nutriente quando comparado aos demais condicionadores, à exceção do gesso dentro do fertilizante de liberação controlada (FIGURA 6).

Figura 6 - Representação gráfica do teor cálcio (Ca), no solo cultivado com cafeeiros, com adição de dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha - sem condicionador).



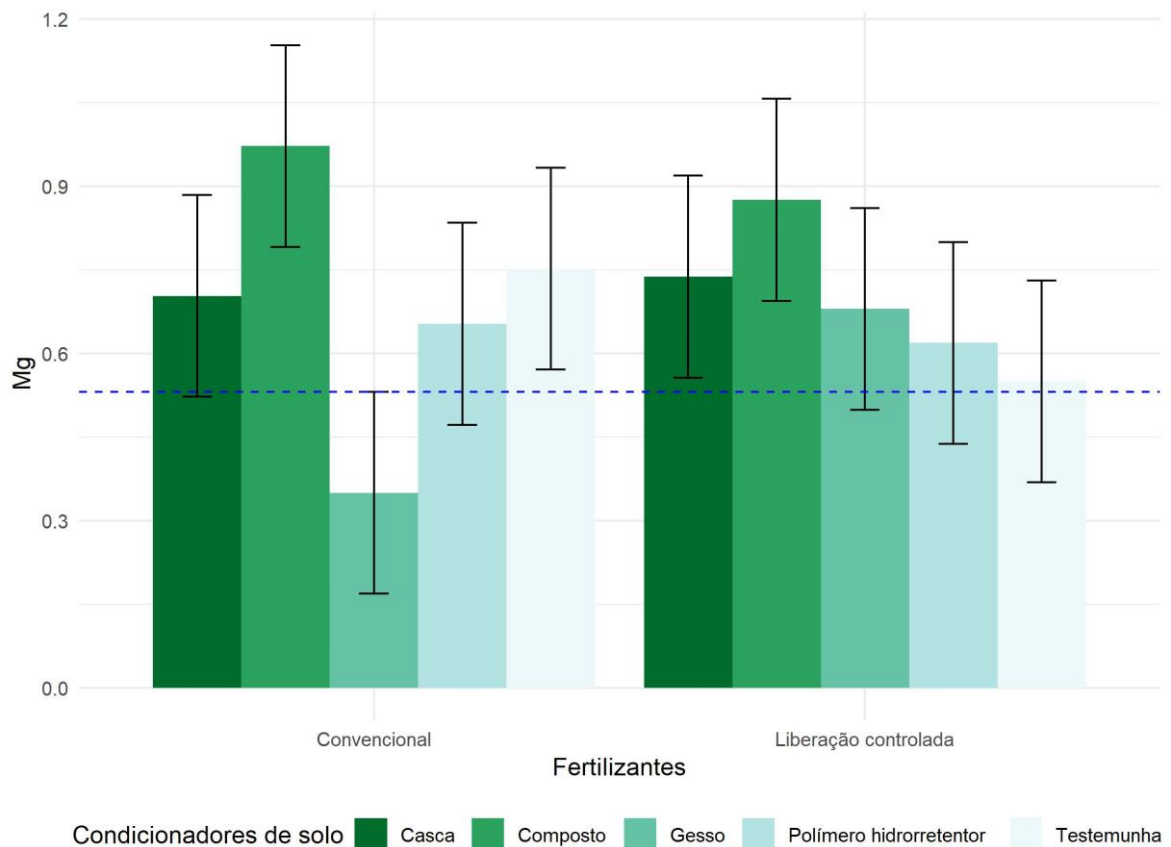
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica teor de magnésio (Mg), no solo cultivado com cafeeiros, o fator fertilizantes apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em interação com o fator condicionadores (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores fertilizantes e condicionadores, houve diferença entre o teor de Mg do solo, assim, com a utilização do fertilizante convencional, associado ao composto orgânico ou à ausência de condicionadores (testemunha), o teor de Mg foi superior aos demais condicionadores. Por outro lado, nos solos que receberam fertilizantes de liberação controlada, não houve diferenças entre os teores de magnésio independentemente do condicionador utilizado (FIGURA 7).

Figura 7 - Representação gráfica do teor Magnésio (Mg), no solo cultivado com cafeeiros, utilizando dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e sem condicionador (testemunha)).



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

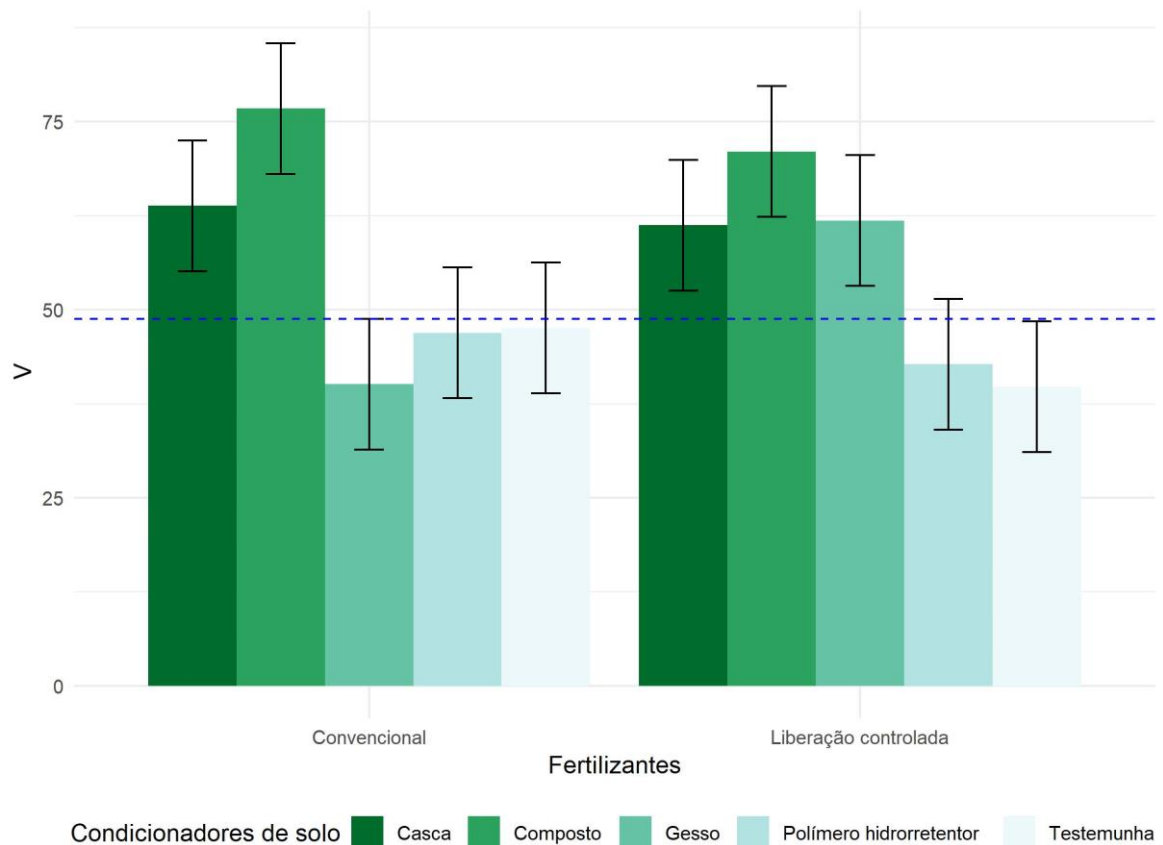
Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de percentual de saturação por bases (V%) no solo, o fator fertilizantes apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) em interação com o fator condicionadores (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores fertilizantes e condicionadores, houve diferença entre a saturação por bases do solo, de forma que, nas parcelas com o uso do fertilizante

convencional, o uso do composto orgânico implicou maior porcentagem da V% quando comparado ao solo que recebeu os condicionadores, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e a testemunha (sem condicionadores). Por outro lado, nos solos que receberam fertilizantes de liberação controlada, o uso do composto orgânico, da casca de café e do gesso agrícola resultaram em solos com maior saturação por bases quando comparado ao solo que recebeu polímero hidrorretentor e sem condicionadores (testemunha) (FIGURA 8).

Figura 8 - Representação gráfica da saturação por bases (V%) no solo, em cultivo de cafeeiros com dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha).



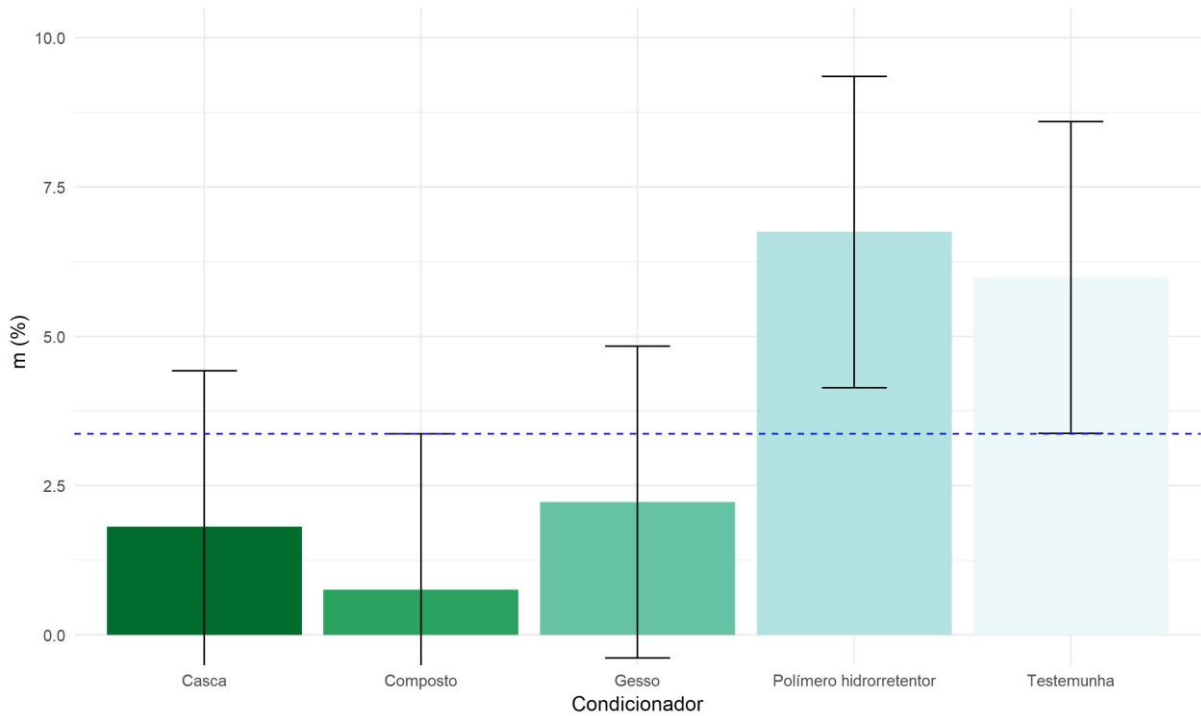
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de saturação por alumínio (m), no solo cultivado com cafeeiros, o fator condicionador apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), sendo assim estudado de forma isolada, ou seja, independente do fertilizante utilizado, bem como do manejo empregado na cobertura de solo (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Desta forma, verificou-se que o solo em que foi utilizado o composto orgânico apresentou menor saturação por alumínio, quando comparado aos solos que receberam o polímero hidrorretentor e o que não recebeu condicionadores (testemunha) (FIGURA 9).

Figura 9 - Representação gráfica da saturação por alumínio (m), no solo cultivado com cafeeiros, com quatro condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor) e testemunha (sem condicionadores).



Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.  
Fonte: Do autor (2019).

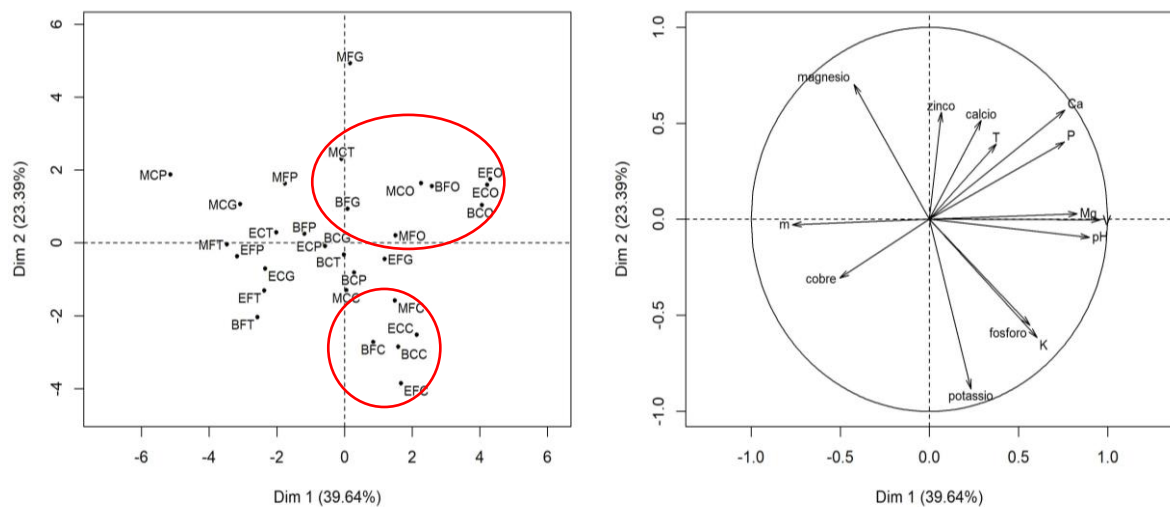
Observa-se, no gráfico de dispersão (FIGURA 10), o agrupamento dos trinta tratamentos oriundos da combinação dos três tipos de manejo da cobertura do solo, dos dois tipos de fertilizantes e dos cinco condicionadores (quatro mais a testemunha) resultante da análise canônica nos diferentes períodos de avaliação.

Verificou-se que os tratamentos com o condicionador casca de café se agruparam, no quadrante inferior direito, independentemente do fertilizante ou do manejo de cobertura adotado e que estes tratamentos ficaram muito próximos às características de potássio no solo, e potássio e fósforo na folha. Contudo estes tratamentos ficaram muito distantes do magnésio foliar (FIGURA 10).

No entanto, no quadrante superior direito, verificou-se que os tratamentos com a presença do composto orgânico se agruparam, independentemente do fertilizante ou do manejo de cobertura utilizado e que eles ficaram muito próximos às características de teor de

Ca, P, Mg, V (%) e capacidade de trocas de cátions (T). Entretanto ficaram opostos à saturação por alumínio (FIGURA 10).

Figura 10 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de três tipos de manejo da cobertura do solo (capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea), dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha) em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características nutricionais do solo e da folha.



Legenda: Nas letras iniciais o M (Filme de polietileno), B (Capim Braquiária) e E (Vegetação espontânea). Para as outras letras, seguir descrição abaixo:

CC (Fertilizante Convencional/ Casca de café), CG (Fertilizante Convencional/ Gesso) CP (Fertilizante Convencional/ Polímero) CO (Fertilizante Convencional/ Composto) CT (Fertilizante Convencional/ Testemunha).

FC (Fertilizante Controlado/ Casca de café), FG (Fertilizante Controlado / Gesso) FP (Fertilizante Controlado / Polímero) FO (Fertilizante Controlado / Composto) FT (Fertilizante Controlado / Testemunha).

Fonte: Do autor (2019).

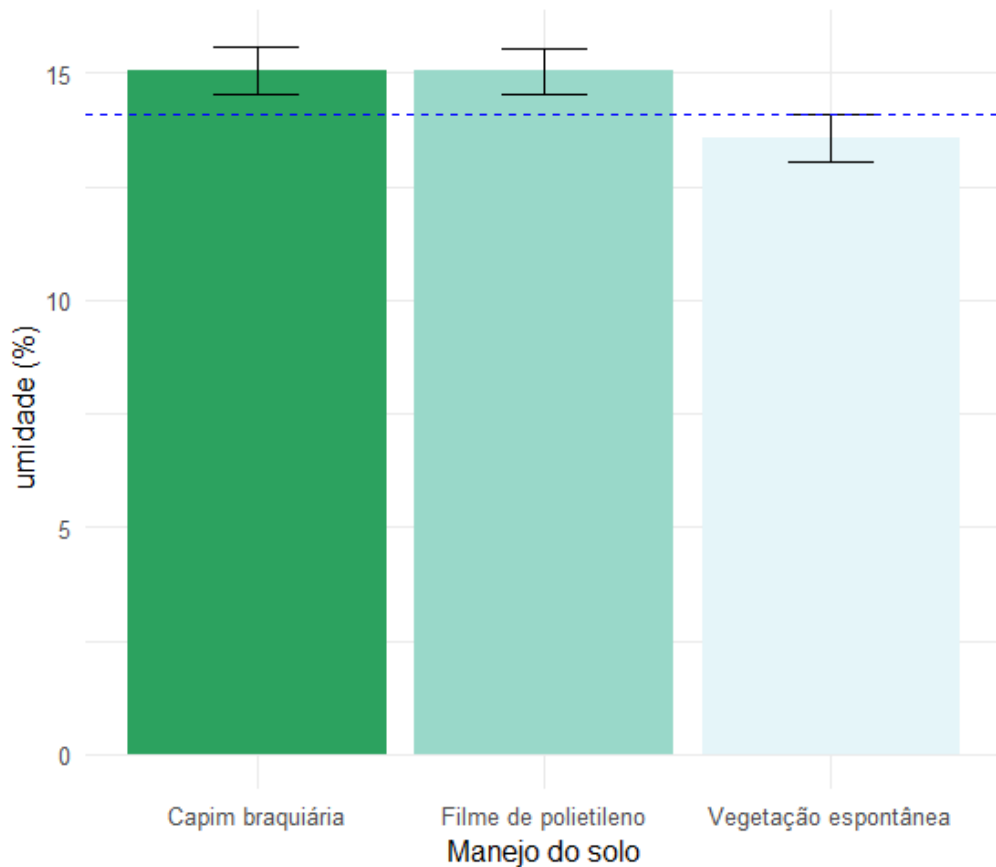
## 4.2 Umidade do solo e crescimento das plantas

Para a característica de umidade do solo, o fator manejo da cobertura apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e, então, estudado de forma isolada. Os demais fatores não apresentaram significância, assim como a interação entre eles (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

A umidade do solo, nos manejos com a utilização do filme de polietileno e do capim braquiária, foi igual entre si e superior aos valores encontrados nos solos com o manejo da cobertura de solo com a vegetação espontânea (FIGURA 11).



Figura 11 - Representação gráfica da umidade do solo cultivado com cafeeiros sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) durante a época 1 (E1).



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

Fonte: Do autor (2019).

Na mensuração das características de crescimento das plantas, realizaram-se avaliações em 2 épocas distintas, para se acompanhar as respostas do cafeeiro, tanto na época chuvosa quanto na seca (diferentes condições climáticas, influenciando os efeitos dos tratamentos) na área experimental. Assim, convencionou-se: Época 1 (E1: fevereiro de 2018) e Época 2 (E2: outubro de 2018). Ou seja, as avaliações realizadas na época 1 mediram as plantas dos diversos tratamentos, após um período de crescimento acelerado, com temperaturas elevadas e com maior precipitação pluviométrica. Já as avaliações realizadas na época 2, mediram as plantas dos diversos tratamentos, após um período de temperaturas mais amenas e de menor precipitação pluviométrica e, dessa forma, com crescimento menor em relação à outra época.

Para a característica de altura das plantas de cafeeiros, os fatores manejo da cobertura do solo e fertilizantes apresentaram efeito significativo ( $p < 0,05$ ) na época (E1), logo foi estudado de forma isolada. O fator condicionadores não apresentou significância, assim como

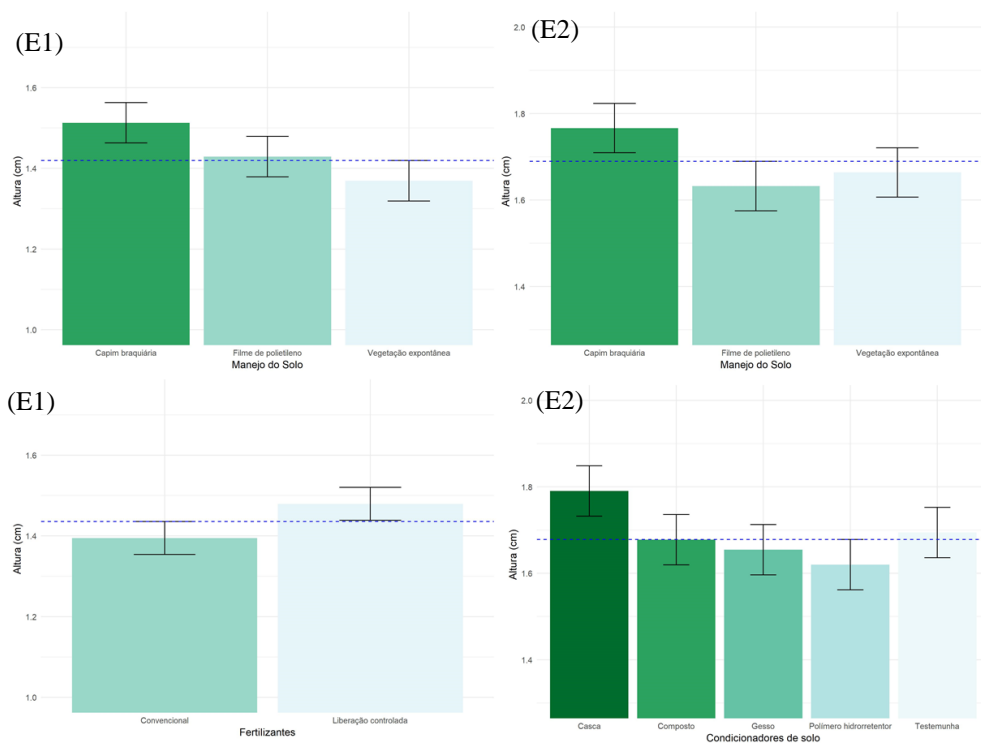
a interação de ambos os fatores. Para a época 2 (E2), os fatores manejo da cobertura do solo e condicionadores apresentaram efeito significativo e estudados de forma isolada. Não houve efeito significativo para a interação dos fatores nesta época (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para o fator manejo da cobertura do solo, a altura das plantas de cafeeiros cultivadas com a utilização do capim braquiária foi superior àquelas cultivadas com a utilização da vegetação espontânea, na época 1 (E1). Para a época 2 (E2), a altura das plantas sob o manejo com a utilização do capim braquiária foi superior às alturas das plantas submetidas ao manejo com o filme de polietileno (FIGURA 12).

Já para o fator fertilizantes, a altura das plantas de cafeeiros adubadas com os fertilizantes de liberação controlada foi superior àquelas adubadas com os fertilizantes convencionais, na época 1 (E1) (FIGURA 12).

E, para o fator condicionadores, a altura das plantas de cafeeiros cultivadas com a utilização da casca de café (pericarpo do fruto) foi superior às alturas das plantas cultivadas com a utilização do polímero hidrorretentor (FIGURA 12).

Figura 12 - Representação gráfica da altura de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha sem condicionadores) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2).



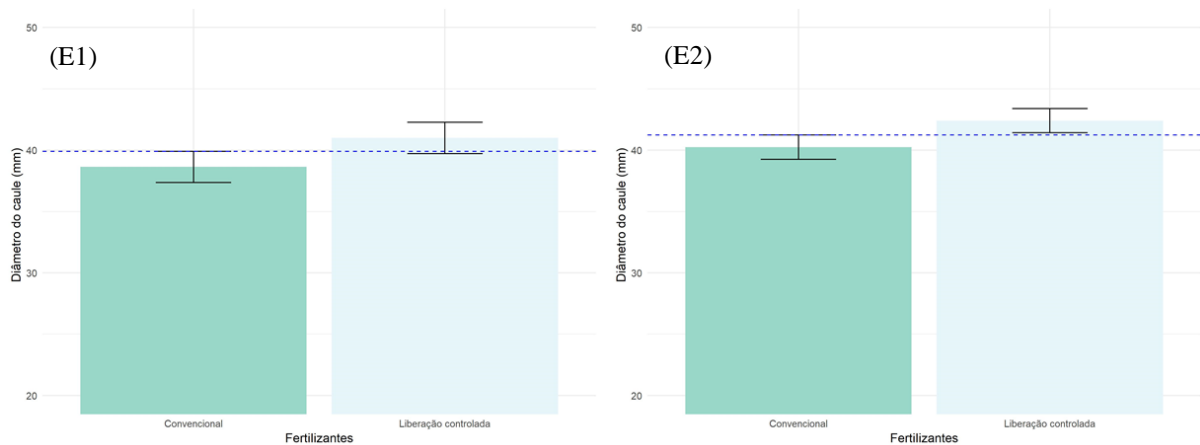
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de diâmetro de caule dos cafeeiros, o fator fertilizantes apresentou efeito significativo para as duas épocas ( $p < 0,05$ ), por isso, estudado de forma isolada. Também, houve efeito significativo para a interação dos fatores manejo da cobertura de solo e condicionadores, nas duas épocas (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para o fator fertilizantes, o diâmetro do caule das plantas de cafeeiros adubadas com os fertilizantes de liberação controlada foi superior aos encontrados naquelas adubadas com os fertilizantes convencionais, em ambas as épocas (FIGURA 13).

Figura 13 - Representação gráfica do diâmetro de caule de cafeeiros adubados com dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2).



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

Fonte: Do autor (2019).

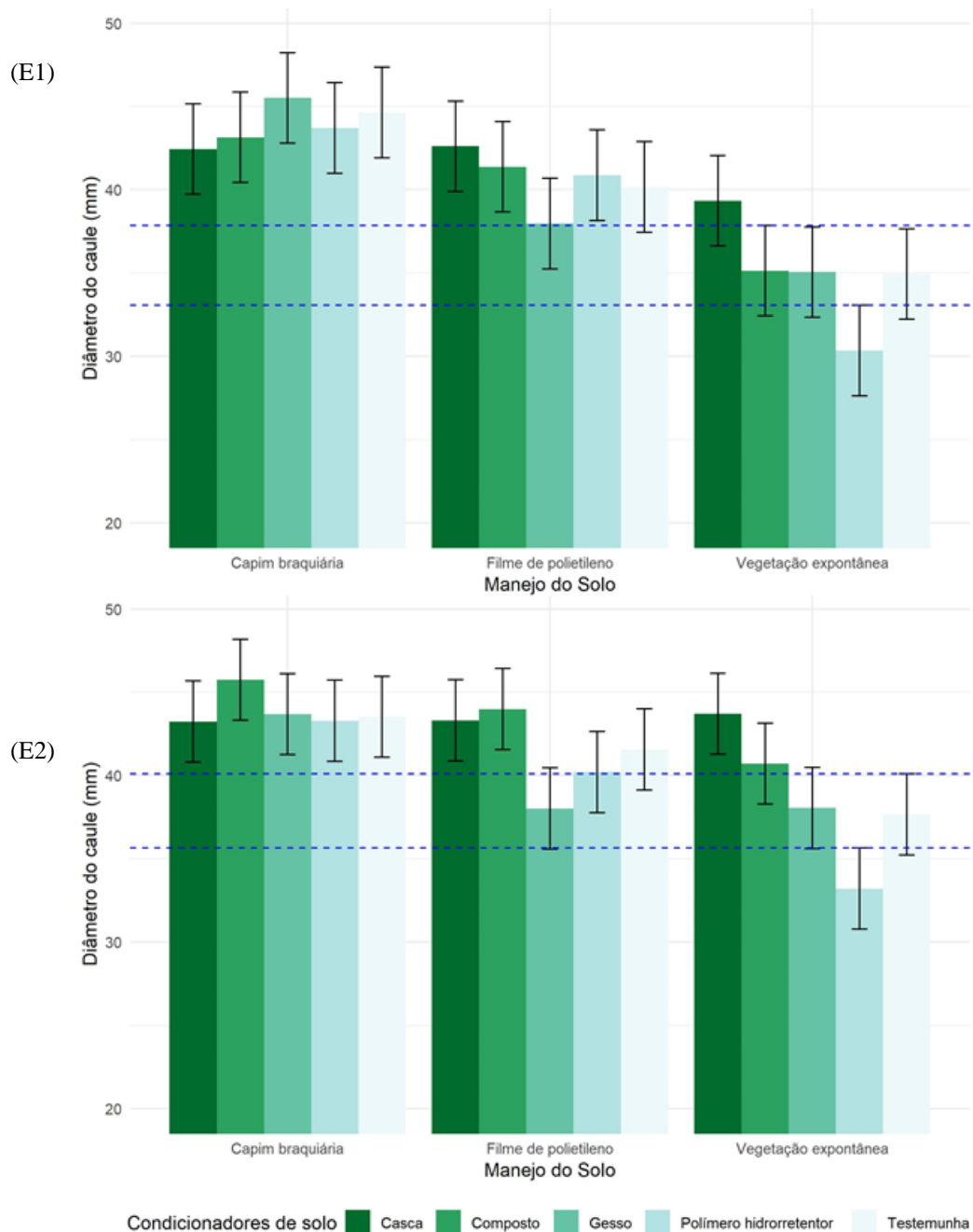
Para a interação dos fatores manejo da cobertura de solo e condicionadores, na época um (E1), não houve diferença entre os condicionadores dentro do capim braquiária e do filme de polietileno na característica diâmetro de caule. Entretanto houve diferença dentro da vegetação espontânea, em que o polímero foi inferior à casca de café (FIGURA 14).

Observa-se também que, no geral, os condicionadores implicaram maior diâmetro de caule no manejo com o capim braquiária, quando comparado ao manejo com a vegetação espontânea, com exceção da casca de café (FIGURA 14).

Para a época dois (E2), não houve diferença entre os diâmetros de caule das plantas submetidas a condicionadores dentro do manejo com o capim braquiária. Contudo, dentro do manejo com o filme de polietileno, houve diferença entre os diâmetros de colo das plantas que receberam os condicionadores, de forma que aquelas com gesso agrícola apresentaram menores valores àquelas que receberam casca de café e composto orgânico. Já dentro dos tratamentos de manejo com vegetação espontânea, as plantas que receberam o polímero

hidrorretentor tiveram diâmetro de caule inferior às que receberam composto orgânico e a casca de café. Aliado a isto, as plantas sem condicionadores de solo (testemunha), as que receberam o gesso agrícola e o polímero hidrorretentor, foram inferiores às que receberam a casca de café (FIGURA 14).

Figura 14 - Representação gráfica do diâmetro de caule de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha (sem condicionadores) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2).



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

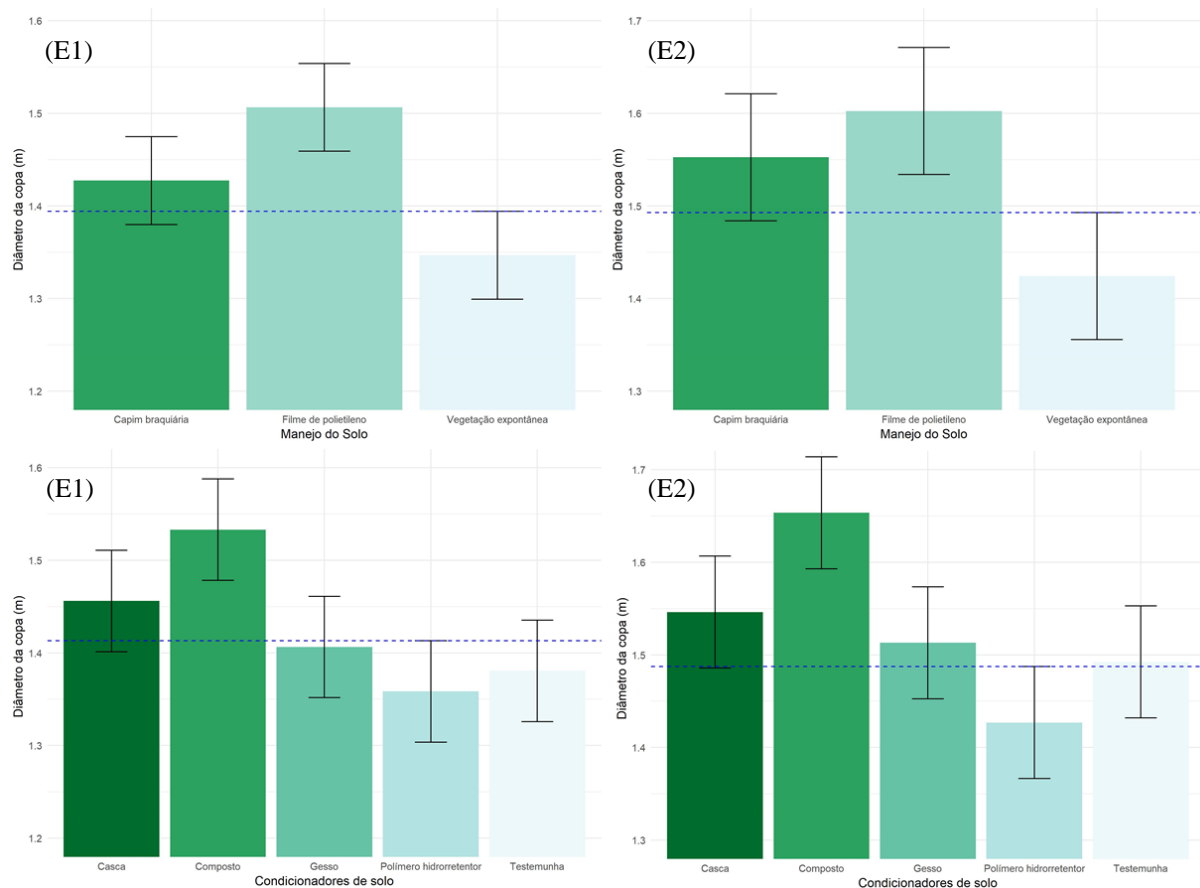
Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de diâmetro da copa dos cafeeiros, os fatores manejo da cobertura do solo e condicionadores apresentaram efeito significativo para as duas épocas ( $p < 0,05$ ), assim sendo, foram estudados de forma isolada. Não houve efeito significativo para a interação dos fatores independentemente das épocas de avaliação (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para o fator manejo da cobertura do solo, o comportamento das plantas foi semelhante nas duas épocas, em que o diâmetro da copa dos cafeeiros cultivadas sob o manejo com o filme de polietileno foi superior aos daquelas cultivadas sob a vegetação espontânea como cobertura (FIGURA 15).

Já para o fator condicionadores, as plantas que receberam o composto orgânico apresentaram maior diâmetro de copa, quando comparadas aos demais condicionadores, com exceção da casca de café, nas duas épocas de avaliação (FIGURA 15).

Figura 15 - Representação gráfica do diâmetro da copa de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha – sem condicionadores) durante as épocas 1 (E1) e 2 (E2).



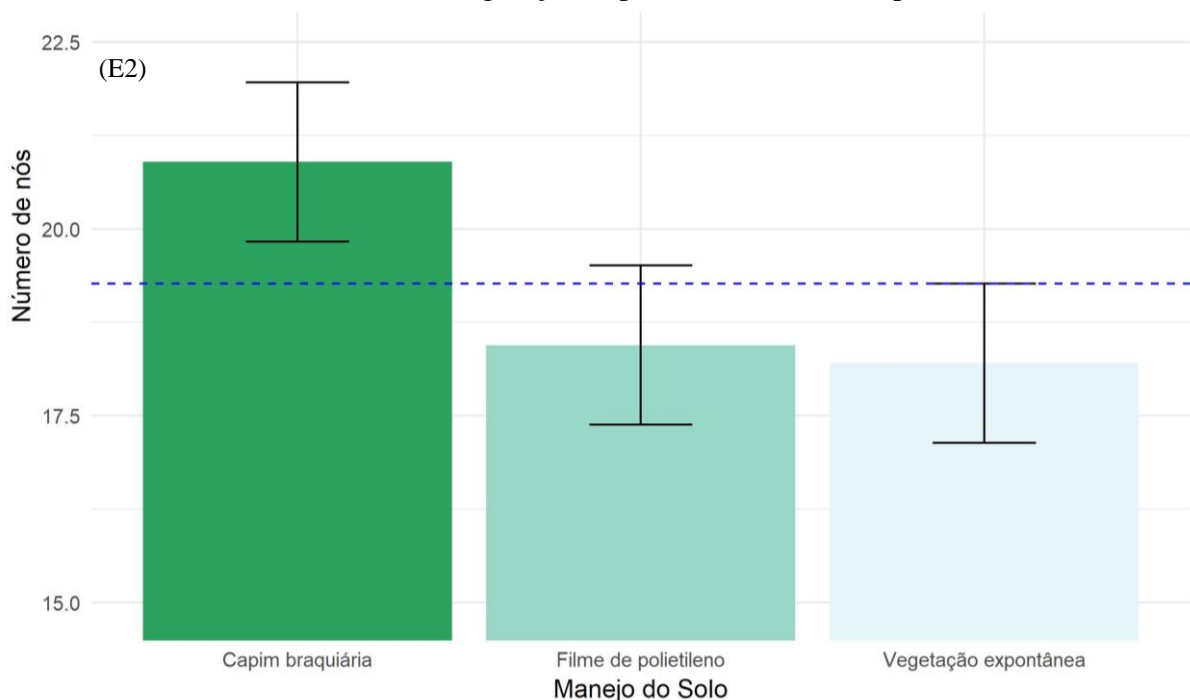
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de número de nós no ramo plagiotrópico dos cafeeiros, o fator manejo da cobertura do solo apresentou efeito significativo para a época 1 (E1) ( $p < 0,05$ ), dessa forma, estudado de forma isolada (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para o fator manejo da cobertura do solo, o número de nós nos ramos plagiotrópicos das plantas de cafeeiros cultivadas no manejo com o capim braquiária foi superior aos daquelas cultivadas com a vegetação espontânea e com o filme de polietileno como cobertura (FIGURA 16).

Figura 16 - Representação gráfica do número de nós nos ramos plagiotrópicos de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) durante a época 1 (E1).



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

Fonte: Do autor (2019).

### 4.3 Produtividade

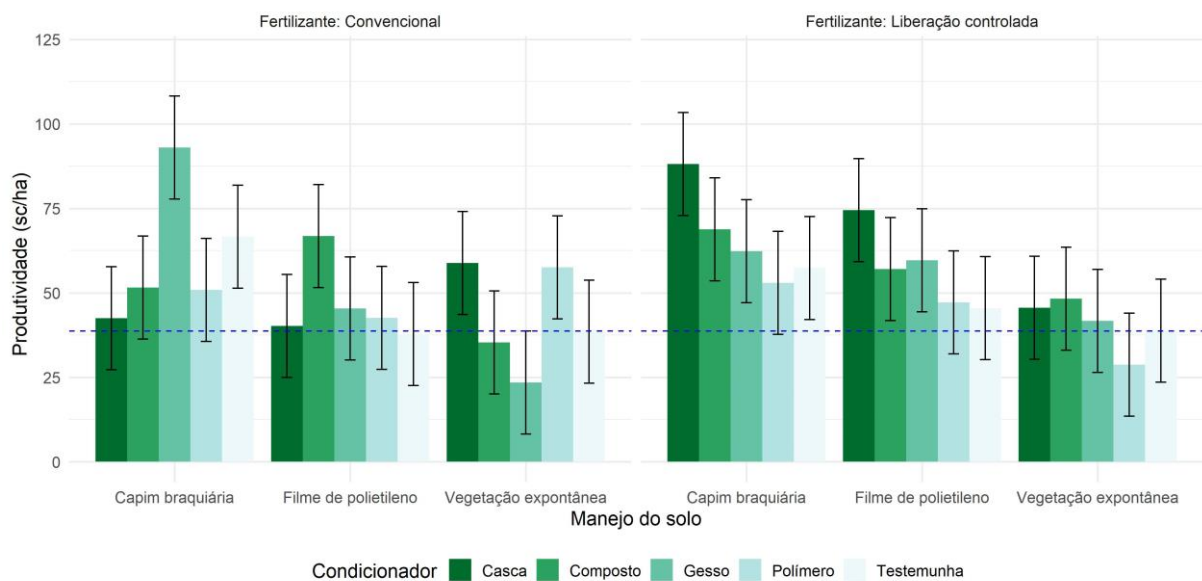
Em relação à característica de produtividade dos cafeeiros, mediante os tratamentos, houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e combinado entre os fatores (manejo do solo, condicionadores e tipos de fertilizantes), caracterizando interação tripla entre eles (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação dos fatores manejo da cobertura de solo, fertilizantes e condicionadores, houve diferença entre os condicionadores dentro do manejo com capim braquiária, dentro dos tratamentos com fertilizante convencional, em que o condicionador

gesso agrícola propiciou maior produtividade, quando comparado às produtividades obtidas com os tratamentos que utilizaram polímero hidrorretentor, casca de café e composto orgânico. Já para a interação dentro dos tratamentos com filme de polietileno, dentro dos tratamentos com fertilizante convencional, não houve diferenças. Por outro lado, para a interação dos condicionadores dentro do manejo da cobertura do solo com a vegetação espontânea, nos fertilizantes convencionais, a casca de café e o polímero hidrorretentor implicaram maior produtividade quando comparado com o gesso agrícola (FIGURA 17).

Entretanto, para os fertilizantes de liberação controlada, o fator condicionador apresentou diferença significativa somente dentro do manejo de cobertura do solo com o capim braquiária, de forma que a casca de café resultou em maior produtividade quando comparada com o polímero hidrorretentor e à testemunha (FIGURA 17).

Figura 17 - Representação gráfica da produtividade de cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Gesso agrícola, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha – sem condicionadores).



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

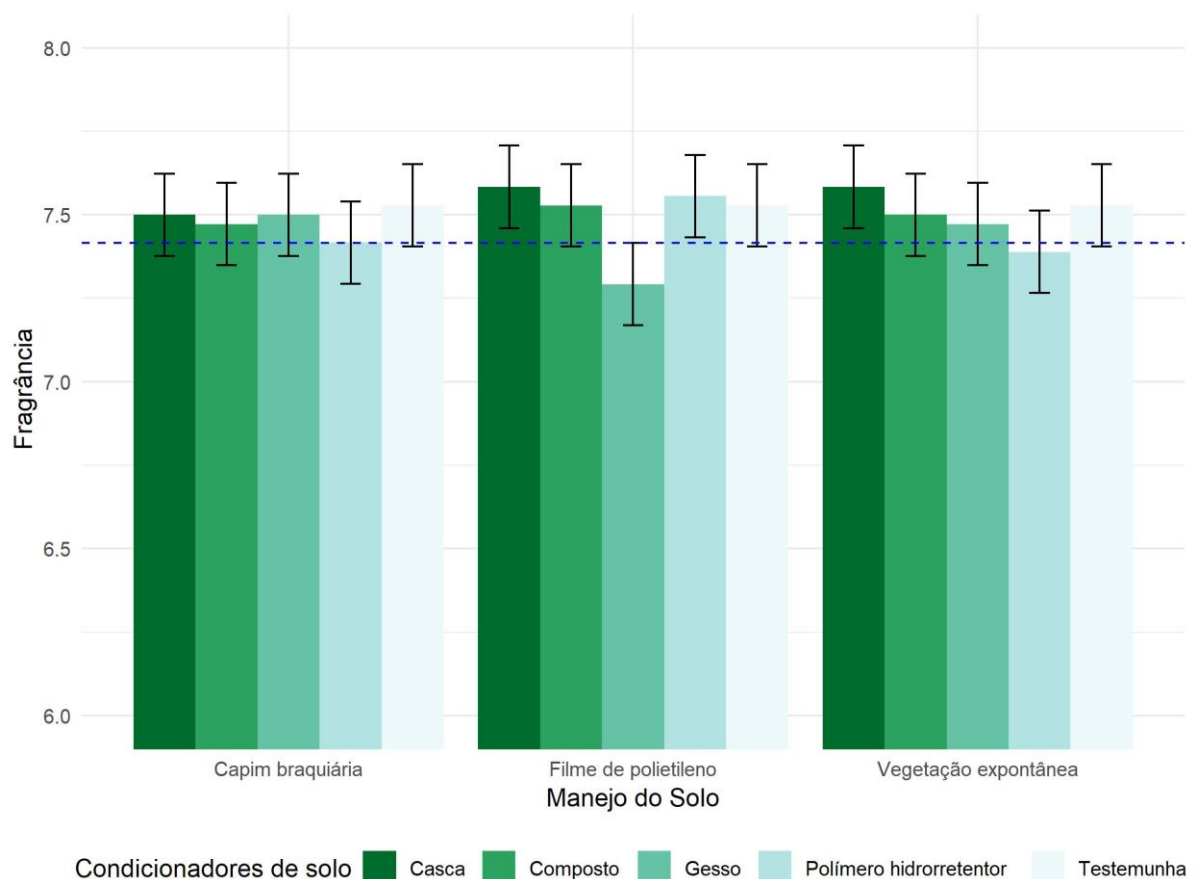
Fonte: Do autor (2019).

#### 4.4 Qualidade Sensorial dos Grãos

Para a característica de fragrância, na qualidade da bebida dos grãos de café, o fator manejo da cobertura do solo e o fator condicionadores apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Os condicionadores não apresentaram diferenças de fragrância dentro do manejo com o capim braquiária, contudo, dentro do manejo com o filme de polietileno, os grãos cultivados com a presença do gesso agrícola implicaram menor fragrância, quando comparado aos dos tratamentos com polímero hidrorretentor e casca de café. E, para o fator manejo da cobertura do solo com a vegetação espontânea, não houve diferença de fragrância entre os condicionadores. Observa-se, também, maior fragrância nos grãos de café oriundos das plantas que receberam a casca de café como condicionador e a vegetação espontânea como cobertura, quando comparado aos grãos obtidos nos tratamentos com condicionador gesso agrícola com o filme de polietileno como cobertura do solo (FIGURA 18).

Figura 18 - Representação gráfica do atributo fragrância, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha – sem condicionadores).



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

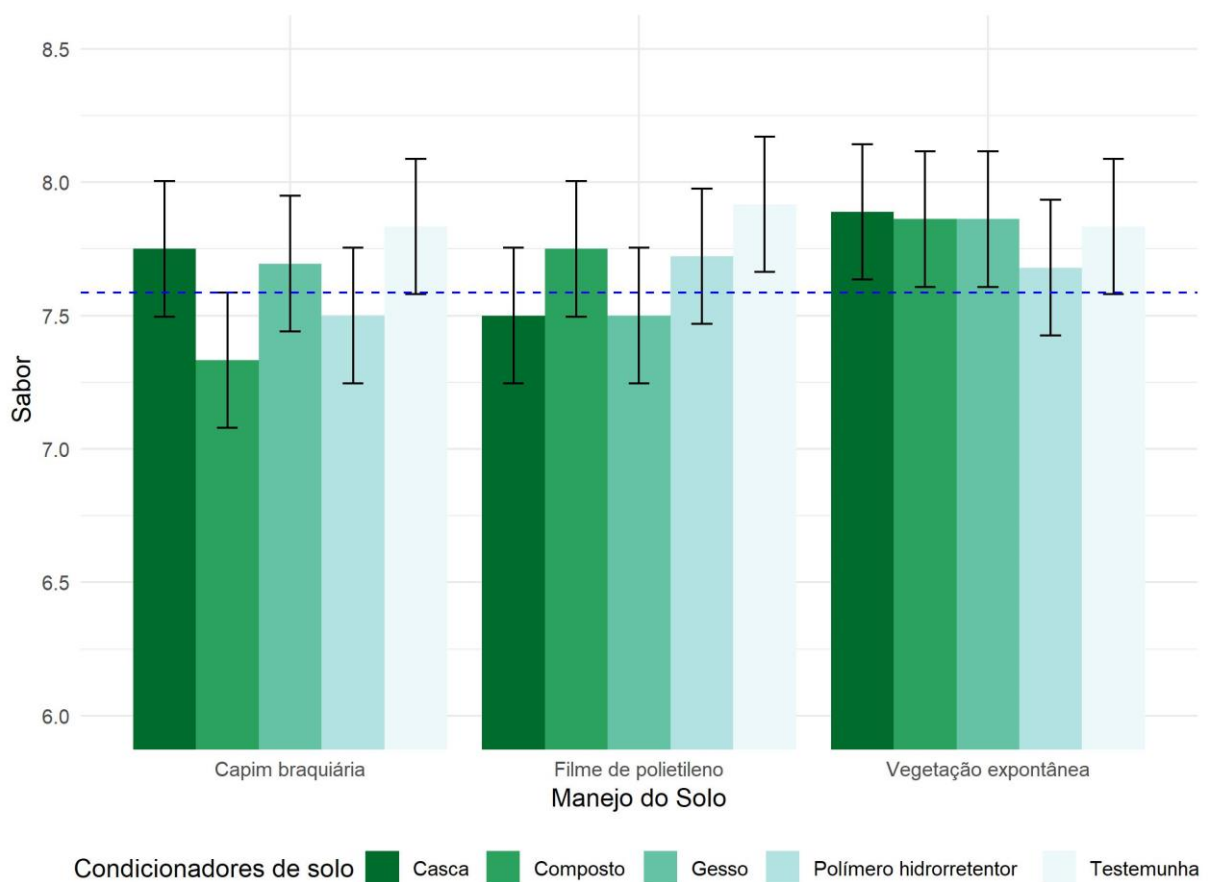
Fonte: Do autor (2019).



Para a característica de sabor dos grãos de café, por meio da análise sensorial, o fator manejo da cobertura do solo e o fator condicionadores apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Nenhum dos condicionadores apresentou diferenças de sabor dos grãos dentro de cada manejo da cobertura do solo. Entretanto, quando se compara o sabor dos grãos entre os tipos de manejo de cobertura, os grãos de café oriundos do tratamento com composto orgânico dentro do manejo com o capim braquiária apresentaram pior sabor, quando comparados com os grãos obtidos, por meio do manejo com o filme de polietileno como cobertura, aliado à testemunha como condicionador e, também, aos grãos obtidos nas áreas de vegetação espontânea, como cobertura, combinada com a casca de café, o composto orgânico e o gesso agrícola (FIGURA 19).

Figura 19 - Representação gráfica do atributo sabor, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Gesso agrícola, Polímero hidrorretentor e Testemunha).



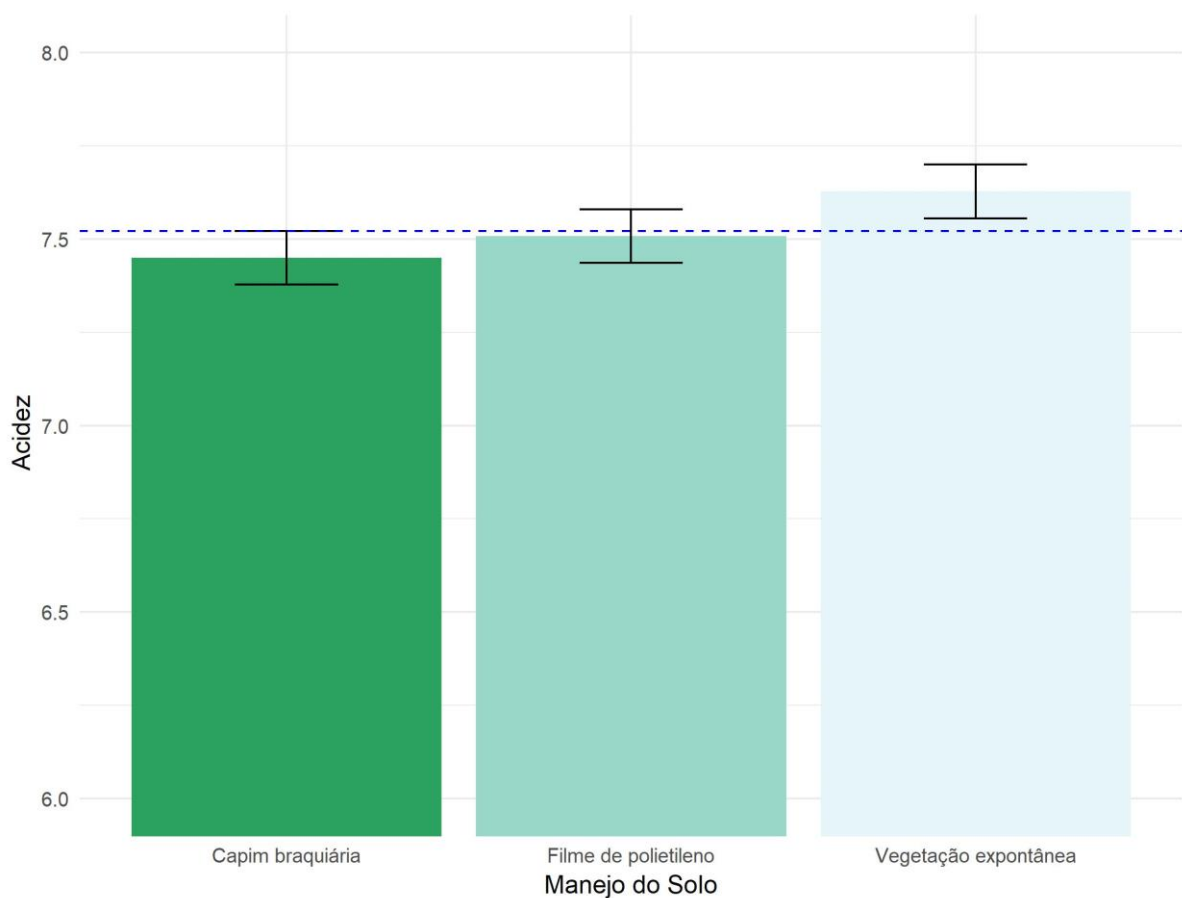
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de acidez da bebida do café, por meio da análise sensorial, o fator manejo da cobertura do solo apresentou efeito significativo ( $p < 0,05$ ), por conseguinte, foi estudado de forma isolada (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Por isso, verificou-se que a acidez dos grãos de café obtidos, por meio do manejo da cobertura de solo com a vegetação espontânea, foi superior à acidez dos grãos obtidos no manejo com o capim braquiária (FIGURA 20).

Figura 20 - Representação gráfica do atributo acidez, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados 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.

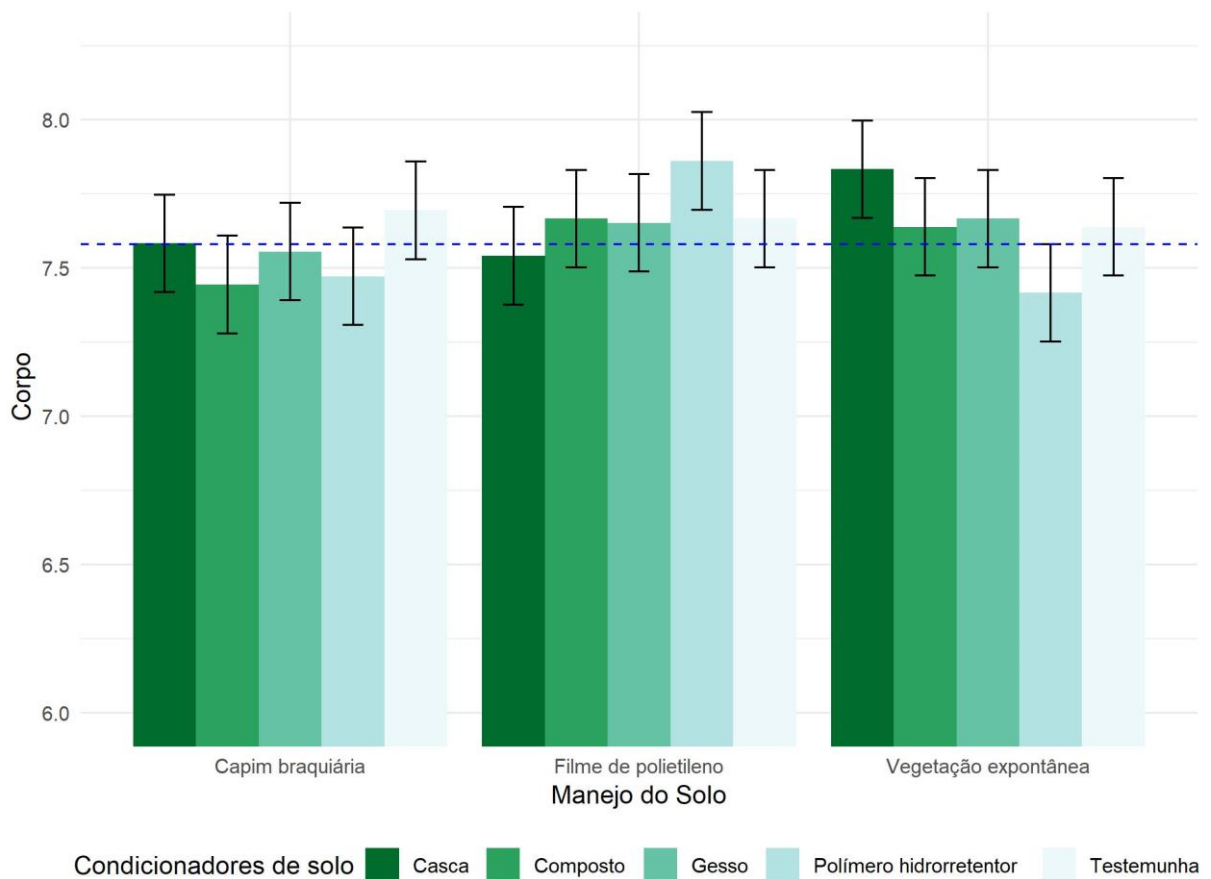
Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de corpo do café, por meio da análise sensorial, o fator manejo da cobertura do solo e o fator condicionadores apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Não se observaram diferenças significativas no corpo do café, em nenhum dos condicionadores dentro dos manejos de cobertura do solo com o filme de polietileno e capim braquiária. Entretanto, no manejo com a vegetação espontânea, com a utilização do

condicionador polímero hidrorretentor, observou-se menor corpo na bebida do café, quando comparado à casca de café como condicionador. Por isso, quando se compara entre os tipos de manejo de cobertura, os grãos de café oriundos do tratamento com polímero hidrorretentor dentro do manejo com o filme de polietileno apresentaram maiores notas do atributo sensorial corpo, quando comparado com os grãos obtidos, por meio do manejo com a vegetação espontânea como cobertura, somado ao polímero como condicionador (FIGURA 21).

Figura 21 - Representação gráfica do atributo corpo, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Gesso agrícola, Polímero hidrorretentor e Testemunha).



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

Fonte: Do autor (2019).

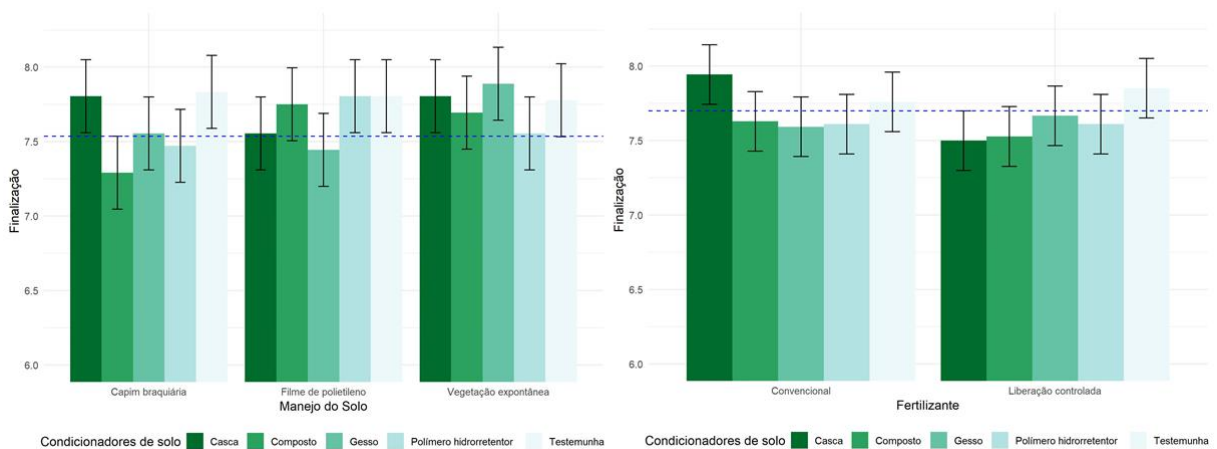
Para a característica de finalização do café, por meio da análise sensorial, o fator manejo da cobertura do solo e o fator condicionadores apresentaram interação significativa, assim como a interação dos fatores condicionadores e fertilizantes ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Para a interação do manejo da cobertura de solo e dos condicionadores, verificou-se que a finalização da bebida do café, oriunda dos condicionadores casca de café e testemunha, dentro do manejo da cobertura do solo com o capim braquiária foi superior àquela oriunda dos cafeeiros com o composto orgânico como condicionador neste mesmo tipo de cobertura (FIGURA 22).

Dentro dos manejos com o filme de polietileno e com a vegetação espontânea, não verificaram-se diferenças de finalização da bebida entre os condicionadores. Porém ressalta-se que a finalização da análise sensorial dos cafés obtidos, por meio da combinação do manejo com o capim braquiária e o composto orgânico como condicionador, foi inferior àquelas com o efeito combinado de filme de polietileno aliado à testemunha e ao polímero como condicionador e dentro da vegetação espontânea com combinação aos condicionadores casca de café e testemunha (FIGURA 22).

Para a interação dos fertilizantes com os condicionadores de solo, não houve diferença entre os condicionadores dentro de cada fertilizante para a característica finalização. Contudo a casca de café propiciou melhor finalização à análise sensorial dos grãos, na presença do fertilizante convencional em comparação ao fertilizante de liberação controlada (FIGURA 22).

Figura 22 - Representação gráfica do atributo finalização, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



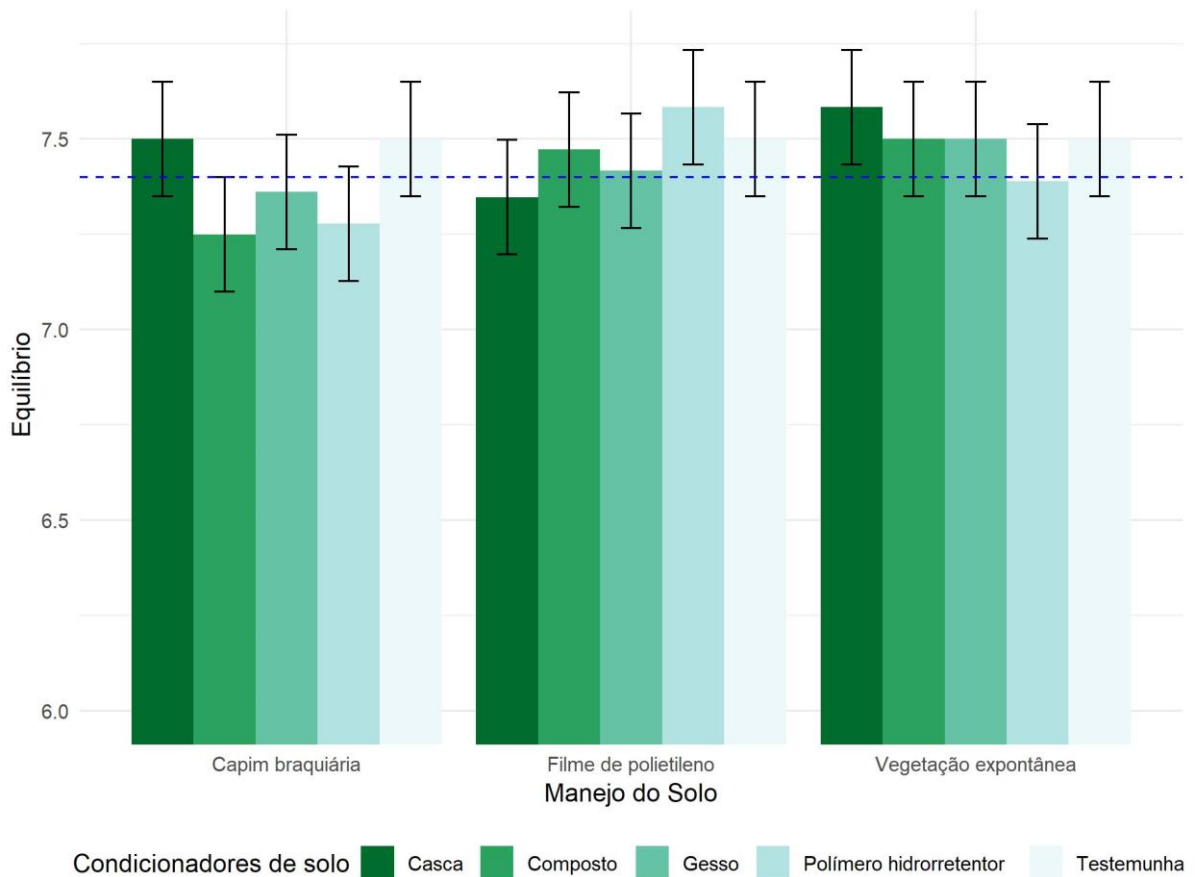
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de equilíbrio na avaliação sensorial dos grãos de café, o fator manejo da cobertura do solo e o fator condicionadores apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Nenhum dos condicionadores apresentou diferenças de equilíbrio na bebida dentro de cada manejo da cobertura do solo. Entretanto o manejo com a vegetação espontânea junto ao condicionador casca de café, e o manejo com o filme de polietileno aliado ao polímero hidrorretentor, implicaram melhor equilíbrio, quando comparado ao condicionador composto orgânico, dentro do manejo com o capim braquiária (FIGURA 23).

Figura 23 - Representação gráfica do atributo equilíbrio, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Gesso, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



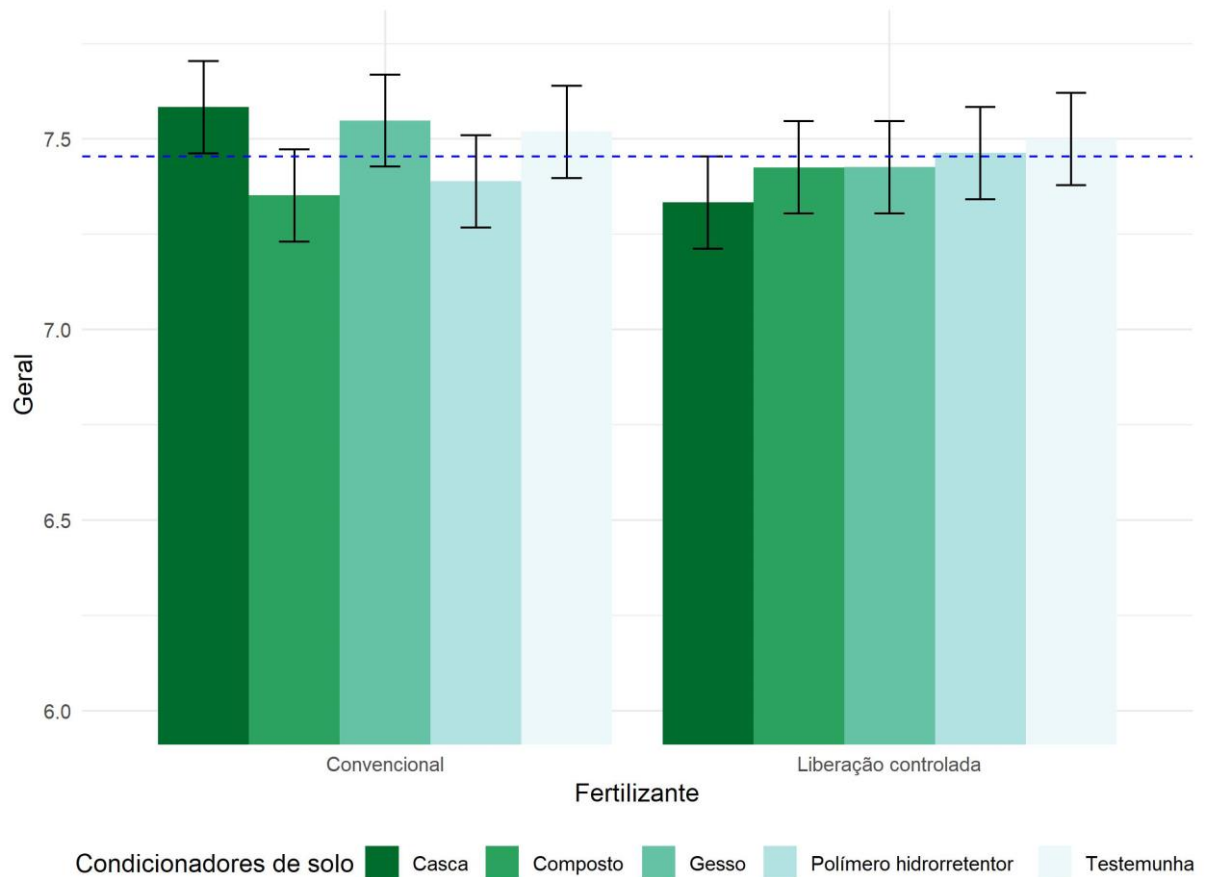
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica visão geral, por meio da análise sensorial dos grãos de café, o fator fertilizantes e o fator condicionadores apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Verificou-se que os condicionadores não apresentaram diferenças de visão geral dentro de cada fertilizante. Contudo a casca de café dentro da adubação com fertilizante convencional proporcionou maiores valores do atributo sensorial “visão geral” que quando utilizada juntamente com o fertilizante de liberação controlada (FIGURA 24).

Figura 24 - Representação gráfica do atributo visão geral, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob dois tipos de fertilizantes (Liberação Controlada e Convencional) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



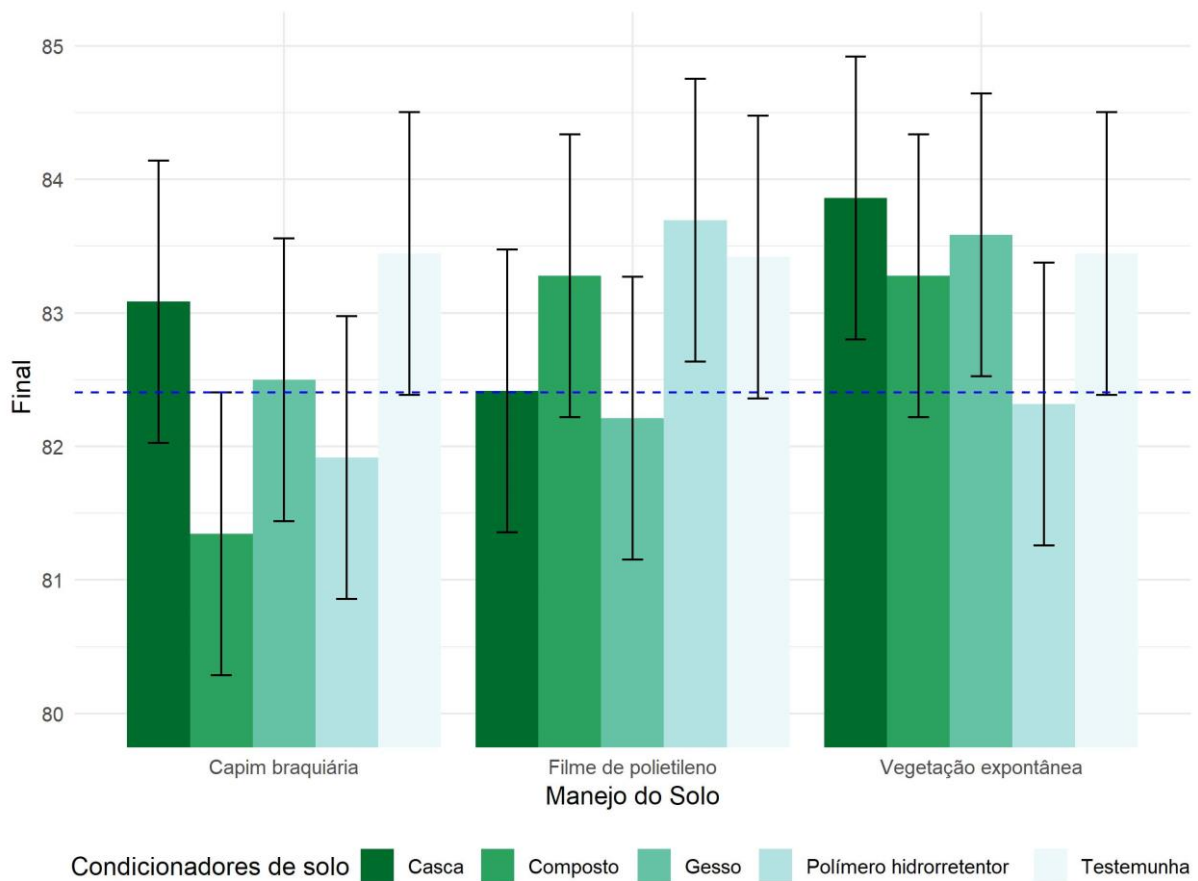
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a nota final por meio da análise sensorial do café, verificou-se interação significativa entre os fatores manejo da cobertura do solo e condicionadores ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Nenhum dos condicionadores apresentou diferenças para a nota final dentro de cada manejo da cobertura do solo. Porém a nota final da bebida dos grãos obtidos com o uso do condicionador composto orgânico, dentro do manejo com o capim braquiária, foi inferior à obtida com o polímero hidrorretentor no filme de polietileno e inferior à obtida com a casca e com o gesso no manejo de cobertura com a vegetação espontânea (FIGURA 25).

Figura 25 - Representação gráfica do atributo nota final, por meio da análise sensorial de grãos de café cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



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

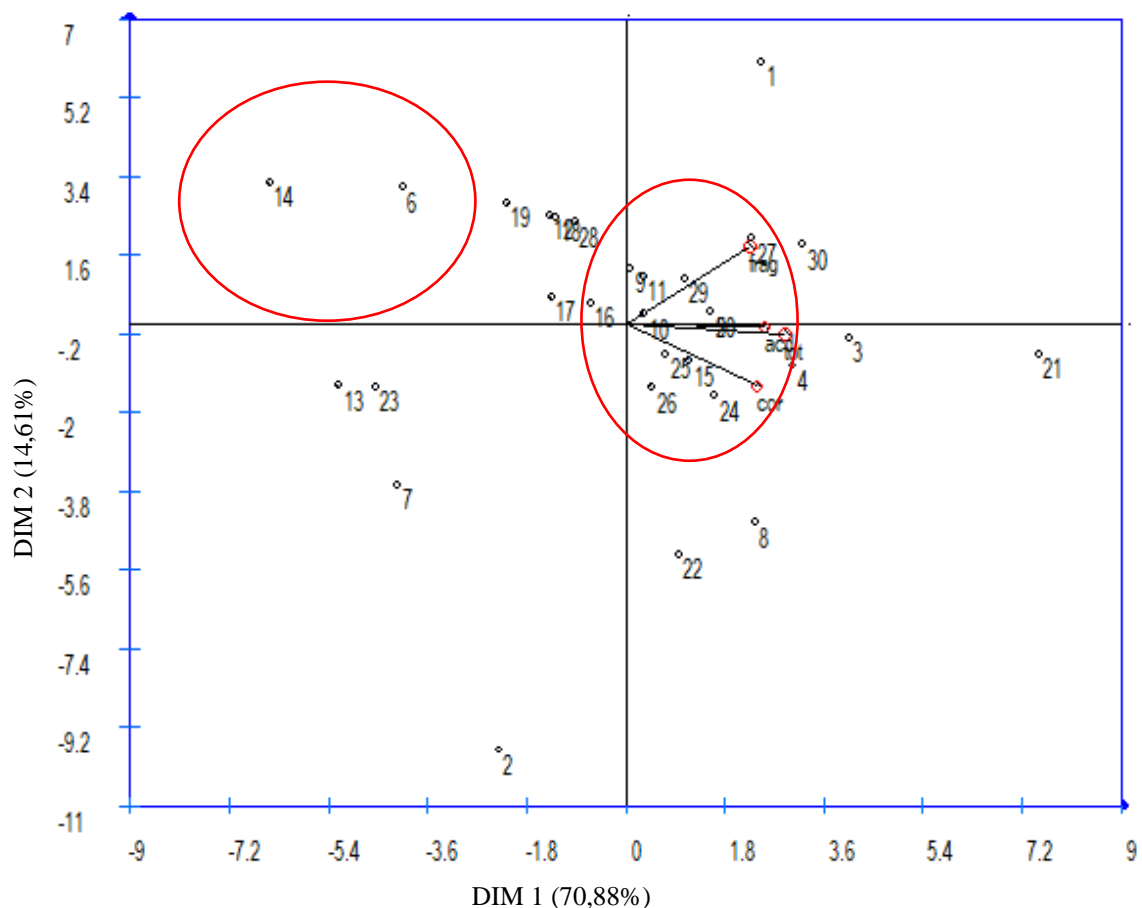
Fonte: Do autor (2019).

Observa-se, no gráfico de dispersão (FIGURA 26), o agrupamento dos trinta tratamentos (oriundos da combinação dos três tipos de manejo da cobertura do solo, dos dois tipos de fertilizantes e dos cinco condicionadores) resultante da análise canônica.

Desta forma, verificou-se, no quadrante superior direito, que, no geral, os tratamentos na vegetação espontânea, na maioria das vezes, foram os menos produtivos, agruparam-se

próximos às principais características de bebida na análise sensorial, que são corpo, acidez, fragrância e nota final. Por outro lado, agruparam-se alguns tratamentos com casca de café e composto orgânico como condicionadores, no quadrante superior esquerdo, ou seja, os mais produtivos e distantes das principais características desejáveis à bebida do café (FIGURA 26).

Figura 26 - Dispersão gráfica dos cafeeiros cultivados com diferentes tratamentos obtidos da combinação de três tipos de manejo da cobertura do solo (capim braquiária, filme de polietileno e vegetação espontânea), dois tipos de fertilizantes (convencional e de liberação controlada) e cinco condicionadores de solo (casca de café, composto orgânico, gesso agrícola, polímero hidrorretentor e testemunha), em relação à primeira (Variável canônica 1) e à segunda (Variável canônica 2), com base nas características da análise sensorial dos grãos.



Legenda: Números referentes aos tratamentos, conforme descrito na metodologia (p.31).

Fonte: Do autor (2019).

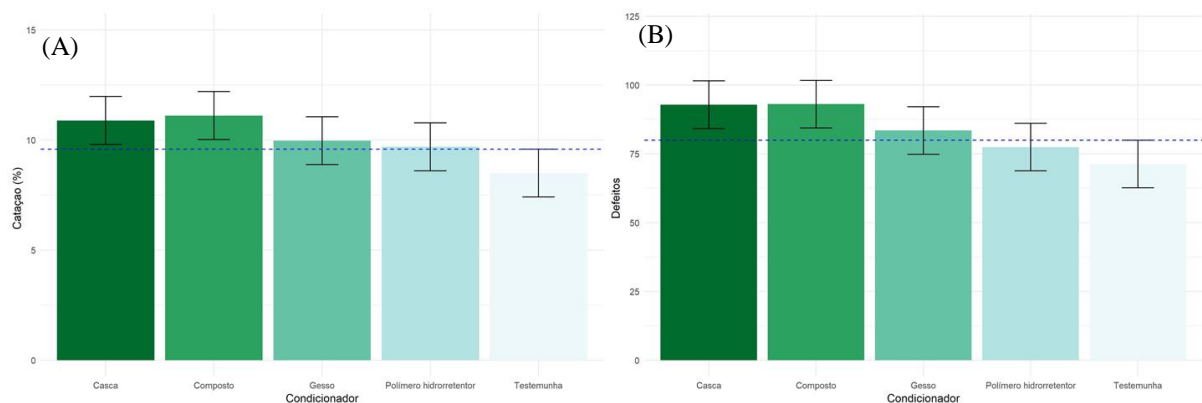
#### 4.5 Qualidade Física dos Grãos

Para as características de catação e defeitos presentes nos grãos de café, por meio da análise física, o fator condicionadores apresentou efeito significativa ( $p < 0,05$ ), em consequência, estudado de forma isolada (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).



Sendo assim, verificou-se que tanto para a porcentagem de catação dos grãos como para a quantidade de defeitos os grãos obtidos do tratamento, sem utilização de condicionadores (testemunha), teve menor catação, quando comparado aos grãos obtidos com o uso da casca de café e do composto orgânico (FIGURA 27).

Figura 27 - Representação gráfica do atributo catação (A) e presença de defeitos (B), por meio da análise física, em cafeeiros cultivados sob cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



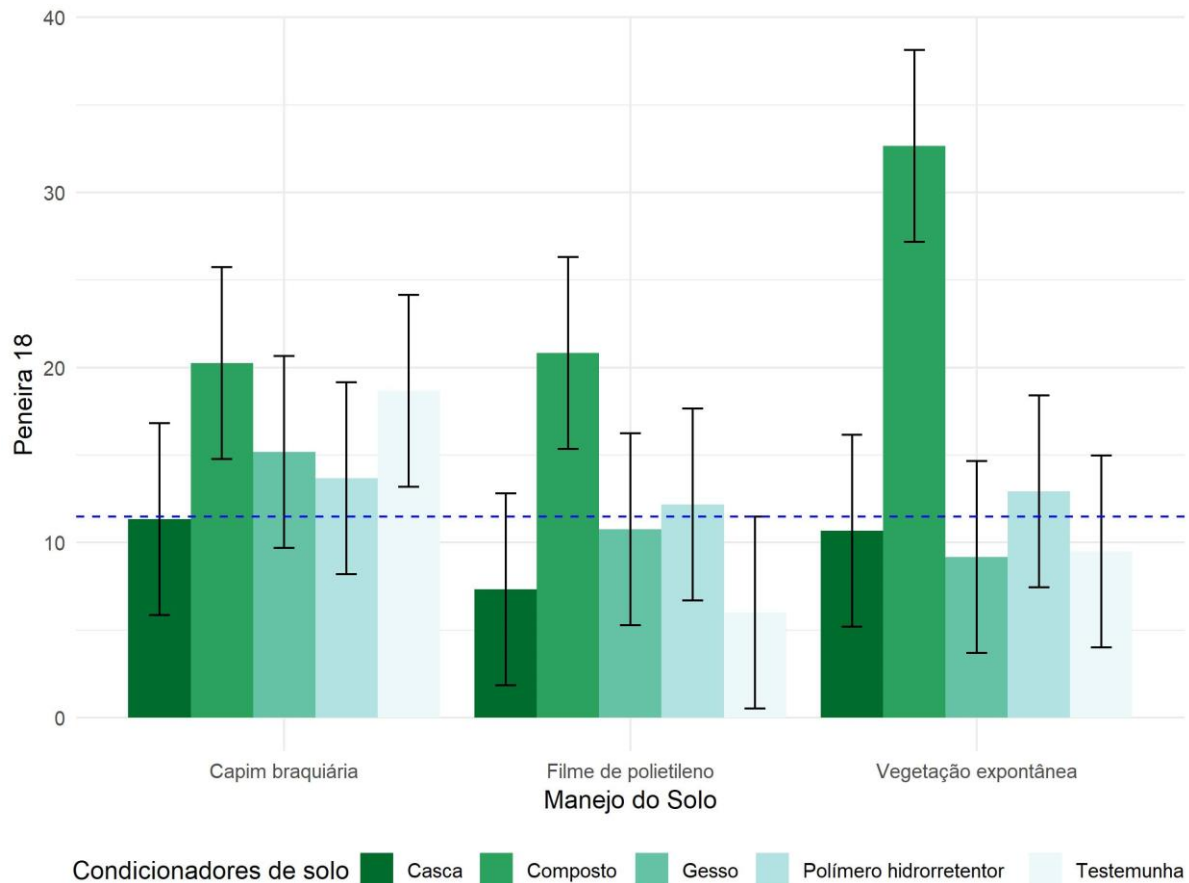
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

Para a característica de porcentagem de grãos retidos na peneira com crivo 18 acima, por meio da análise física, o fator manejo da cobertura do solo e o fator condicionadores apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) (TABELAS 3-4, APÊNDICE A).

Dentro do manejo com o capim braquiária, nenhum dos condicionadores apresentou diferenças quanto ao tamanho dos grãos. Contudo, dentro do manejo da cobertura do solo com o filme de polietileno, os grãos obtidos com o condicionador composto orgânico foram superiores em tamanho quando comparado aos obtidos sem condicionadores (testemunha). Desta forma, no manejo com a vegetação espontânea, os grãos obtidos com o condicionador composto orgânico foram maiores que todos os obtidos com o uso de outros condicionadores dentro deste manejo e, também, em todos os demais condicionadores em qualquer manejo de cobertura adotado (FIGURA 28).

Figura 28 - Representação gráfica do atributo porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 18 acima, por meio da análise física, em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Gesso agrícola, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



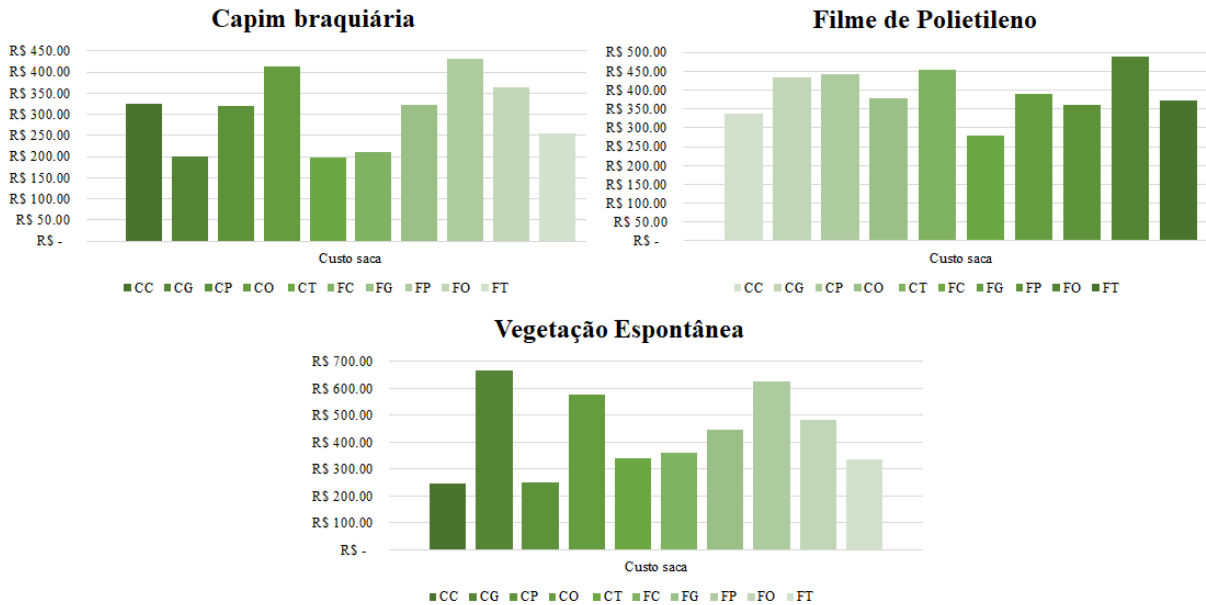
Legenda: As barras representam média  $\pm$  o erro padrão da média.

Fonte: Do autor (2019).

#### 4.6 Custos de Produção

No que diz respeito ao custo de produção, verifica-se grande diferença entre os tratamentos, porque, à vista de diversos tipos de manejos utilizados, diferentes fertilizantes e diferentes condicionadores, os valores de custo de produção oscilaram bastante. Observa-se que os custos de produção dos tratamentos alocados no tipo de manejo de cobertura com a vegetação espontânea seguiram uma tendência de maiores valores por saca de café produzida. De outro modo, no sistema de manejo de cobertura por meio do capim braquiária, os custos por saca seguiram a tendência de menor custo (FIGURA 29).

Figura 29 - Representação gráfica do custo de produção por saca de café colhida em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Convencional e Liberação controlada) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



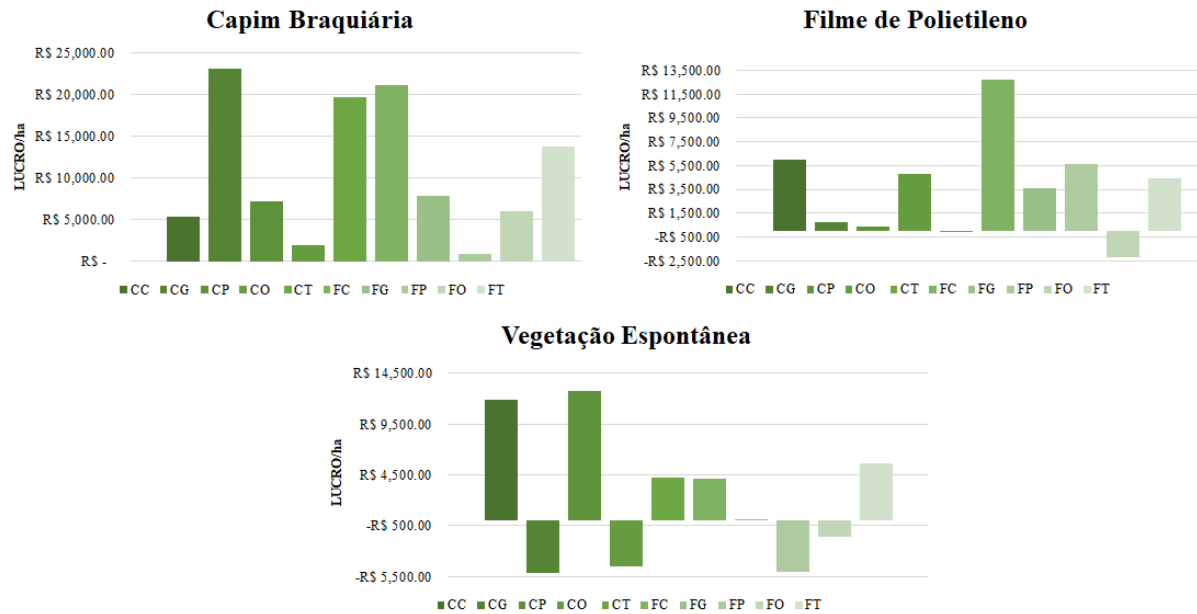
Legenda: CC (Fertilizante Convencional/ Casca de café), CG (Fertilizante Convencional/ Gesso) CP (Fertilizante Convencional/ Polímero) CO (Fertilizante Convencional/ Composto) CT (Fertilizante Convencional/ Testemunha).

FC (Fertilizante Controlado/ Casca de café), FG (Fertilizante Controlado / Gesso) FP (Fertilizante Controlado / Polímero) FO (Fertilizante Controlado / Composto) FT (Fertilizante Controlado / Testemunha).

Fonte: Do autor (2019).

Além do custo por saca de café colhido, é necessário verificar a margem líquida de cada tipo de manejo que envolve os fatores de estudo. Desta forma, observa-se que os tratamentos dentro do capim braquiária com o condicionador gesso e testemunha, com fertilizante convencional, e a casca de café com o fertilizante de liberação controlada. foram aqueles que propiciaram maior rentabilidade conforme seu custo benefício. Por outro lado, o condicionador gesso e composto orgânico combinados com o fertilizante convencional, dentro da vegetação espontânea, e o polímero hidrorretentor, com fertilizante de liberação controlada dentro do manejo com a vegetação espontânea, foram aqueles com pior relação custo benefício (FIGURA 30).

Figura 30 - Representação gráfica da margem líquida total (Lucro) em cafeeiros cultivados sob três tipos de manejo da cobertura do solo (Capim Braquiária, Filme de Polietileno e Vegetação Espontânea), dois tipos de fertilizantes (Convencional e Liberação controlada) e cinco tipos de condicionadores (Casca de café, Composto orgânico, Polímero hidrorretentor, Gesso agrícola e Testemunha).



Legenda: CC (Fertilizante Convencional/ Casca de café), CG (Fertilizante Convencional/ Gesso) CP (Fertilizante Convencional/ Polímero) CO (Fertilizante Convencional/ Composto) CT (Fertilizante Convencional/ Testemunha).

FC (Fertilizante Controlado/ Casca de café), FG (Fertilizante Controlado / Gesso) FP (Fertilizante Controlado / Polímero) FO (Fertilizante Controlado / Composto) FT (Fertilizante Controlado / Testemunha).

Fonte: Do autor (2019).

## 5 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, verificou-se que os fatores estudados implicaram grandes diferenças nas plantas de cafeeiro, seja no seu crescimento ou nos frutos produzidos e, também no solo, em seus atributos químicos e físicos. Assim, o uso destas técnicas, em função da melhoria dos processos de cultivo, fazendo com que a planta cafeeira apresente maior resiliência às condições impostas pelo ambiente, torna-se de grande importância, pois o seu total entendimento favorece a otimização da produção cafeeira (MATTA et al., 2007).

### 5.1 Características de solo e folha

No presente estudo, verifica-se que, após a condução do experimento por três anos consecutivos, aplicando os fatores de estudo, as características químicas do solo sofreram grandes alterações.

O pH do solo foi influenciado pelo tipo de condicionador utilizado, sendo que quando se utilizou a adubação com fertilizante convencional maiores valores de pH foram observados com a utilização do composto orgânico e com a casca de café. Já no caso da adubação com fertilizantes de liberação controlada, os maiores valores de pH foram observados com a utilização do composto orgânico seguido pela casca de café e gesso agrícola.

O manejo do solo com utilização de coberturas vegetais, como a vegetação espontânea e com o capim braquiária, também, apresentou maior pH, quando comparado ao manejo com o filme de polietileno, ao se utilizar a adubação convencional.

É possível que esse fato pode ser explicado, segundo a característica destes condicionadores e coberturas, os quais, por fornecerem matéria orgânica para o sistema, aumentam o seu efeito tampão e, por consequência, deixa-os menos sujeitos à oscilação do pH (PEREIRA; ANJOS; VALLADARES, 2005).

Para o nutriente fósforo (P), o teor no solo sofreu grande alteração, por causa da aplicação do composto orgânico, destacando-se quanto a todos os demais tratamentos. Esse fator ocorreu, possivelmente, pelos teores de P na constituição do composto orgânico (APÊNDICE B). De comum acordo, Costa (2000) afirma que, quando em condição de matéria orgânica abundante, a adubação fosfatada é otimizada e este nutriente fica menos sujeito à fixação no solo.

No caso do potássio (K), o seu teor no solo foi influenciado, principalmente, pela adição da casca de café, de forma que as parcelas que receberam este condicionador apresentaram maior teor de K no solo, quando comparadas às demais. Diversos trabalhos relatam aumento do teor de K no solo, em função da utilização da casca de café (ZOCA, 2012), pois os teores de potássio na casca de café são elevados, variando entre 2-4% (CARVALHO et al., 2012; GUIMARAES et al., 1999).

Em se tratando dos nutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), seu teor no solo foi influenciado de maneira destacada pelos condicionadores composto orgânico e gesso agrícola. Neste seguimento, ambos os condicionadores atuam fornecendo cálcio diretamente para o solo e o composto orgânico fornecendo magnésio (APENDICE-B) (GUIMARÃES et al., 1999). Cardoso et al. (2011) observaram aumento linear nos teores de Ca e Mg no solo, pela aplicação de compostos orgânicos em cultivo de alface. Da mesma forma, Almeida (1991), trabalhando com a cultura do quiabeiro, verificou acréscimos nos teores de Ca e Mg, em decorrência da utilização de composto orgânico. Ressalta-se, porém que tanto as diversas fontes orgânicas utilizadas na compostagem como o produto final apresentam composição variável (KIEHL, 1985) e há dificuldade de se caracterizar os adubos orgânicos, quanto à composição química e eficiência agrônômica, pois é grande a sua diversidade quanto à origem, grau de umidade e percentagem de conversão (GUIMARÃES et al., 1999). Também, para a característica de saturação de bases do solo (V%), o composto orgânico e a casca de café influenciaram de maneira direta, fazendo com eles implicassem um solo com V% superior aos demais. Como a saturação de bases é relacionada com os teores de Ca, Mg, K do solo, este comportamento dos condicionadores, que se destacaram nesta característica, ocorre por aumento do teor destes nutrientes. Em solo cultivado com alface, com adição de composto orgânico em doses lineares crescentes, também foi verificado aumento na saturação de bases do solo em função do uso do composto orgânico (CARDOSO et al., 2011).

Quanto à característica saturação por alumínio, os condicionadores composto orgânico, casca de café e gesso agrícola implicaram sua redução no solo. Almeida (1991), também, verificou redução na saturação por alumínio, mediante a utilização do uso de condicionador de solo. Este mesmo autor ainda comenta que o composto orgânico atuou reduzindo o teor de  $Al^{+2}$  no solo e sua pronta disponibilidade para as plantas.

Por meio da análise de componente principal (multivariada), verificou-se que os tratamentos, na presença do condicionador casca de café, agruparam-se e ficaram próximos ao teor de potássio do solo e folha e fósforo na folha, contudo opostos ao teor de magnésio foliar. Isso pode ser explicado pela competição de sítio de absorção entre o potássio e o magnésio, de

forma que o excesso de potássio, especialmente, pelo uso do condicionador casca de café, impossibilitou a absorção de magnésio que ficou indisponível pela planta pelo efeito interiônico de inibição competitiva (MALAVOLTA, 1980). Trabalhos com a cultura do alho (BÜLL et al., 2001), abóbora (SAMPAIO ARAÚJO et al., 2012) e bananeira (LAHAV, 1995) também relatam comportamento similar, cujo excesso de potássio inibe a absorção do magnésio por parte das plantas.

Em contrapartida, verificou-se também o agrupamento dos tratamentos, em consequência da aplicação do condicionador composto orgânico, em que ficaram próximos ao teor de cálcio, fósforo, magnésio, pH, capacidade de trocas de cátions (T) e saturação de bases, porém opostos à saturação por alumínio. Desta forma, este comportamento mostra a importância da utilização do composto orgânico no fornecimento de nutrientes para a planta.

## **5.2 Características de umidade e crescimento**

Por meio do estudo dos fatores de manejo, foi possível identificar que a umidade do solo foi superior, no manejo de cobertura com o filme de polietileno e com o capim braquiária, quando comparado ao solo exposto com vegetação espontânea. Pode-se explicar esse comportamento, em função das características destas coberturas, de forma que o uso da água é otimizado (CASTANHEIRA, 2018). Da mesma forma, Zhu et al. (2015), trabalhando com a cultura do milho, verificaram menor evaporação de água do solo com o uso do filme de polietileno, contribuindo, assim, para maiores teores de água disponíveis. Ressalta-se que a opção pelo uso do filme de polietileno pode ser feita, no caso de grandes plantios, em que se tem a dificuldade de aquisição de grandes quantidades de matéria orgânica (condicionadores), para a retenção de umidade, até que se possa implantar o manejo ecológico da braquiária.

No caso do capim braquiária, a agressividade do sistema radicular da planta faz com que o solo seja alterado fisicamente, para 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 comparada ao solo exposto, sem cobertura com o capim braquiária.

Para as características de altura, diâmetro de caule, diâmetro da copa e número de nós nos ramos plagiotrópico verificou-se superioridade dos tratamentos com cobertura, ou seja, com o filme de polietileno ou com o capim braquiária diante daqueles sem cobertura, somente com a vegetação espontânea. Neste contexto, tanto a cobertura vegetal quanto a cobertura sintética apresentaram maior umidade, como exposto anteriormente. Desta forma, a maior

quantidade de água disponível influenciou de maneira importante nas características de crescimento das plantas de cafeeiro.

Para algumas das características avaliadas, como a altura e número de nós nos ramos plagiotrópicos, nota-se superioridade do capim braquiária em relação aos demais tipos de manejos de cobertura empregados.

Pedrosa et al. (2014), também, trabalhando com a cultura do café, verificaram ganhos de crescimento das características morfológicas da planta decorrentes da utilização de coberturas vegetais, quando comparado com o solo sem cobertura. Além do maior teor de água, a cobertura vegetal, por meio do capim braquiária, também pode implicar outros benefícios que atuam melhorando a capacidade da planta se desenvolver, como a ciclagem de nutrientes, o acúmulo de matéria orgânica e menor oscilação da temperatura do solo (RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013; ROCHA et al., 2016; SIQUEIRA et al., 2014a, 2014b). Ademais, por estas vantagens da cobertura vegetal, que a cobertura sintética nem sempre propicia, é possível explicar o melhor desempenho do manejo com o capim braquiária, em comparação ao filme de polietileno, para o altura das plantas de cafeeiro, especialmente, na época de menor precipitação pluviométrica.

Para a característica de diâmetro de caule, o fertilizante de liberação controlada implicou maiores incrementos quando comparado ao convencional. Pode-se observar que, nos resultados deste trabalho, especialmente na época chuvosa do ano, em que ocorrem maiores perdas por lixiviação e volatilização, o uso de fertilizantes de liberação controlada proporcionou maior crescimento das plantas. Desta forma, sugere-se que pela redução de perdas de nutrientes inerentes à utilização de fertilizantes de eficiência aumentada, os ganhos nestes tratamentos foram mais pronunciados. Dominghetti et al. (2016) e Freitas (2017) observaram grande interferência do ambiente, nos fertilizantes convencionais, de forma que sempre se comportavam com maiores perdas quando comparados aos fertilizantes com proteção, sobretudo, essas perdas podem interferir diretamente no desenvolvimento das plantas de cafeeiro.

Em relação às características de altura de plantas e diâmetro da copa, os condicionadores casca de café e composto orgânico implicaram maiores incrementos, quando comparados ao polímero hidrorretentor, que pode ter ocorrido por sua possível maior retenção de água, em comparação ao polímero, ou também pelo fornecimento de nutrientes, que compõem cada um destes condicionadores para as plantas. Apesar de o polímero ter a função de reter água, neste trabalho, ele não teve eficiência nesta função. Bragança (1985) verificou



melhorias, nas características de crescimento, assim como na produtividade de cafeeiros, quando fertilizados com resíduos orgânicos de origem animal.

### **5.3 Características de rendimento e produtividade**

Para a característica de produtividade, verificou-se interação tripla entre os fatores estudados. Nesta ótica, é possível observar que, na combinação dos tratamentos com o gesso agrícola, o fertilizante convencional dentro do manejo com o capim braquiária foi mais produtivo que o próprio gesso, com o mesmo fertilizante, porém no filme de polietileno e na vegetação espontânea.

Sugere-se que, possivelmente, isso tenha ocorrido pelo fato de que, como o gesso foi aplicado como condicionador de solo, seguindo metodologia de Castanheira (2018), não se verificaram as premissas obrigatórias, para sua aplicação no solo, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 1999) e, assim, possa ter ocorrido um carreamento dos nutrientes da camada subsuperficial, principalmente, o potássio, cálcio e magnésio, para as camadas mais profundas, onde as raízes ainda não se encontram (CAIRES et al., 2004; SANTOS et al., 2013). Desta forma, o sistema de manejo com a braquiária pode ter possibilitado, por meio do seu sistema radicular, ciclar os nutrientes lixiviados (RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013). Ademais, nos sistemas com o filme de polietileno e com a vegetação espontânea, não houve esta ciclagem, e a fertilidade do solo nestas parcelas, possivelmente, foram prejudicadas. Reforça-se esta tendência pelo fato de que, nos cafeeiros adubados com fertilizantes de liberação controlada, este comportamento não ocorreu, pois, como a marcha de liberação dos nutrientes nestes fertilizantes ser mais sincronizada com a demanda da cultura, provavelmente, ocorreu que as perdas por lixiviação ou volatilização foram mínimas (CANCELIER, 2013; DOMINGHETTI et al., 2016).

Verifica-se, sobretudo que o pior dos tratamentos foi esta combinação do gesso com o fertilizante convencional, dentro do manejo com a vegetação espontânea, embasando assim também a tendência de carreamento de nutrientes (SANTOS et al., 2013), aliado a perdas decorrentes da característica do fertilizante (DOMINGHETTI et al., 2016) e, em razão destes prejuízos, o resultado foi a menor produtividade.

Da mesma forma, os condicionadores casca de café, composto orgânico e polímero hidrorretentor, no fertilizante convencional, dentro do manejo com o capim braquiária, também, implicaram menores quantidades, quando comparados ao gesso agrícola neste

mesmo fertilizante e manejo de cobertura. Nesta perspectiva, por característica do gesso como neutralizador do alumínio, pode ter interferido no desenvolvimento do sistema radicular das plantas de cafeeiro (CAIRES et al., 2001, 2004) e, assim, interferido na resposta à produtividade, em comparação aos outros condicionadores.

Observa-se também que a casca de café, aliada ao capim braquiária no fertilizante de liberação controlada, foi superior à casca de café, no mesmo fertilizante, porém dentro do manejo de cobertura com a vegetação espontânea. Acredita-se que isso possa ter ocorrido, em decorrência dos benefícios inerentes ao manejo com esta gramínea, de forma a otimizar os recursos naturais e implicar diversos benefícios, aumentando assim o potencial produtivo das plantas condicionadas a estas condições (RAGASSI; PEDROSA; FAVARIN, 2013; ROCHA et al., 2016). Também pode estar relacionado ao fertilizante, de modo que sua ação tenha sido diferenciada, no ambiente com a utilização do capim braquiária, ou seja, mais úmido e com mais material orgânico.

#### **5.4 Análise sensorial e física dos grãos**

Para os atributos que compõem a análise sensorial, verifica-se que há uma tendência de maior qualidade para os fatores que produziram menos. Aliado a isto, também é possível observar que os tratamentos que possuem como condicionador o composto orgânico e o capim braquiária como cobertura têm comportamento inferior quando comparado com alguns sistemas de cultivo estudados neste trabalho. Para o atributo fragrância, nota-se que os grãos obtidos no tratamento testemunha, sem utilização de condicionadores, foram melhores que aqueles obtidos com a utilização do gesso, dentro do manejo com o filme de polietileno, sobretudo, nos tratamentos, em que se utilizou o gesso, obteve-se maior produtividade quando comparado à testemunha.

Para o atributo sabor, os grãos obtidos das plantas que receberam casca de café, composto e gesso foram melhores sob vegetação espontânea quando comparados dentro do manejo com o capim braquiária. Quando não se utilizaram condicionadores de solo (testemunha) nas plantas cultivadas sob filme de polietileno os grãos obtidos apresentaram melhor sabor que aqueles obtidos com o uso do composto orgânico sob braquiária. Para a acidez na bebida, os grãos obtidos no manejo de cobertura com a vegetação espontânea foram superiores aos obtidos no manejo com o capim braquiária. O atributo corpo foi melhor nos grãos obtidos com o uso do polímero hidrorretentor quando comparado aos obtidos com uso do composto orgânico. O equilíbrio foi na avaliação dos grãos obtidos, sem a adição de

condicionadores (testemunha) e, quando utilizado o polímero, ao comparar aos grãos produzidos com composto orgânico. E, por fim, na nota final, os grãos obtidos com utilização do composto orgânico dentro do manejo com o capim braquiária tiveram nota final inferior, quando comparados aos obtidos com utilização da casca de café, gesso agrícola e sem condicionadores de solo (testemunha) dentro do manejo com vegetação espontânea. Logo a tendência de melhor qualidade está relacionada com as parcelas que produziram menos, exemplificadas por aquelas que receberam o polímero e testemunha como condicionador. Por outro lado, o composto orgânico, aliado ao capim braquiária, na maioria das vezes, piorou os atributos da análise. Malta, Nogueira e Guimarães (2003) verificaram que teores elevados de nitrogênio interferem na qualidade da bebida do café e, desta forma, os tratamentos com o capim braquiária e composto orgânico, que fornecem nitrogênio para o solo, podem estar sujeitos à esta condição de excesso, justificando assim a redução das notas.

Correlacionando a produtividade com a qualidade, verificou-se que há uma tendência aos tratamento que produziram menos originarem cafés de melhor qualidade. Silva et al. (1999) verificaram que a melhor produtividade de cafeeiros se dava com a dose de aproximadamente 230 kg de  $K_2O \cdot ha^{-1}$ . Contudo, para a melhor qualidade, a melhor dose foi de 200 kg de  $K_2O \cdot ha^{-1}$  para esta mesma fonte de potássio. Pode-se inferir, então, que não é nas maiores produtividades que se obtém a melhor qualidade dos grãos produzidos, como também observados nos trabalhos de Malta (2007) e Malta et al. (2008). Assim, os resultados encontrados, para a análise sensorial neste trabalho, seguiram esta mesma tendência, ou seja, nas parcelas menos produtivas foram obtidos grãos de maior qualidade.

Para os atributos constituintes da análise física dos grãos de café, verificou-se que a quantidade de defeitos e catação foi superior, quando se utilizaram os condicionadores casca de café e composto orgânico, ao serem comparados à testemunha sem condicionadores. É possível que isso pode ser explicado pela mesma tendência observada na qualidade sensorial, de forma que as parcelas mais produtivas apresentaram, proporcionalmente, maior quantidade de defeitos. A maior produtividade também pode estar ligada à incapacidade da planta de atender a toda a demanda dos frutos (drenos) e, assim, ocasionar em maior porcentagem de catação e defeitos (RENA et al., 1994; RENA; MAESTRI, 1985).

Para a característica de porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 18 acima, os grãos produzidos com adição do condicionador composto orgânico implicou maiores quantidades, ou seja, foram maiores. Relaciona-se esta ocorrência com a maior quantidade de nutrientes que esse condicionador possa ter fornecido às plantas (APÊNDICE B) durante o período de formação do fruto.

## 5.5 Custo de Produção

Para os componentes do custo de produção, verificou-se o custo por saca de café produzida em 1,00 hectare, e sua margem líquida baseada na produção nesta mesma área. Desta forma, verificou-se que os tratamentos, associando o “gesso e a testemunha sem condicionadores, dentro dos tratamentos com o uso de fertilizantes convencionais” e “casca de café dentro dos tratamentos com o uso de fertilizante de liberação controlada”, ambos com o “manejo da cobertura por meio do braquiária”, apresentaram maior rentabilidade, com retorno, além de tudo que foi gasto desde a implantação (margem líquida), acima de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) por hectare.

Alguns tratamentos tiveram boas produtividades, contudo seus custos foram elevados, como os cultivados com o uso de casca de café e composto orgânico, com fertilizante convencional, dentro do manejo com capim braquiária, portanto não apresentaram boa margem de lucro. Reis (2007) afirma que a rentabilidade é primordial, em qualquer atividade de investimento o qual deve ser retornado o mais breve possível. Este mesmo autor cita comparações da margem líquida da cultura com algum investimento padrão. Neste contexto, os tratamentos citados que tiveram margem líquida acima de R\$ 20.000,00 e, para serem equivalentes ao rendimento da poupança, como proposto por Reis (2007), teriam que ter margem líquida superior a R\$ 4.500,00 e foram considerados como muito viáveis de serem realizados, visto que apresentaram rendimentos até cinco vezes superior à poupança.

Por outro lado, foi verificado que alguns tratamentos propostos ainda não cobriram os custos de investimento na lavoura, desta forma, a produção não atingiu patamares que atendam o total empreendido. Dentre estas combinações, ressalta-se a combinação do filme de polietileno com o fertilizante convencional e composto orgânico, além dos condicionadores gesso e composto dentro dos fertilizantes convencionais com manejo de cobertura, por meio da vegetação espontânea e filme de polietileno com o composto orgânico e fertilizante de liberação controlada.

Oliveira Neto, Jacobina e Falcão (2008) relatam que alguns investimentos implicam maior tempo de retorno, ou seja, são demandados mais ciclos produtivos para que o investimento inicial seja coberto. De maneira geral, estes tipos de manejo, que ainda não obtiveram rentabilidade, são, em grande parte, influenciados por baixas produções, ou elevados custos fixos, pela particularidade de cada manejo, como o filme de polietileno e também o composto orgânico, que impactam com grandes custos em cada manejo.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização do manejo ecológico, por meio do uso do capim braquiária no cultivo de cafeeiros, mantém a umidade do solo (especialmente, na época de menores precipitações pluviométricas) e evita a acidificação do solo, em relação ao cultivo tradicional, favorecendo o crescimento das plantas.

A utilização da casca de café e do composto orgânico melhoram o índice de saturação por bases e a CTC do solo concorrendo para uma melhor nutrição da lavoura cafeeira.

Os custos de produção poderão variar de acordo com os valores dos componentes de custo de cada região.

## 7 CONCLUSÕES

O manejo mais recomendado, para a implantação e condução da lavoura de café, é com o uso do capim braquiária manejado ecologicamente, fornecendo matéria orgânica que é depositada nas linhas de plantio juntamente com casca de café, ou composto orgânico ou gesso e as adubações químicas feitas com fertilizantes de liberação controlada, resultando em maiores produtividades.

A utilização do composto orgânico aumentou o custo de produção e reduziu as margens de lucro. O filme de polietileno não é viável do ponto de vista econômico.

Correlacionando-se a produtividade com a qualidade de bebida do café, verifica-se uma tendência aos tratamentos que produziram menos originarem café com melhor qualidade, independentemente do manejo adequado.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. L. de. **Contribuição da adubação orgânica para a fertilidade do solo**. Itaguaí: UFRRJ, 1991. 192 p.
- ARAÚJO, F. C. et al. Largura da faixa de controle de plantas daninhas em café arábica em função da idade do cafeeiro. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 129-138, 2012.
- AVELINO, J. et al. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Maria de Dota. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Malden, v. 85, n. 11, p. 1869-1876, Aug. 2005.
- AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**. Agronomy, Maringá, v. 24, p. 1239-1243, 2002.
- BARBOSA, S. M. **Condicionamento físico hídrico do solo como potencializador do crescimento inicial do cafeeiro**. 2015. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.
- BERTRAND, B. et al. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. **Tree Physiology**, Victoria, v. 26, p. 1239-1248, 2006.
- BOMFIM, E. R. P. et al. Efeito do tratamento físico associado à adubação em pastagens degradadas de braquiária, nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 912-920, ago. 2003.
- BORÉM, F. M. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade**. Lavras: Ed. UFLA/FAEPE, 2004. 103 p.
- BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: Ed. UFLA, 2008. v. 1, 631 p.
- BORGES, T. K. S. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea Mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 38, p. 1862-1873, nov./dez. 2014.
- BRAGANÇA, J. B. Utilização do esterco de galinha e da palha de café na substituição parcial da adubação química do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu. **Anais...** Rio de Janeiro: IBC/MIC, 1985. p. 130-132.
- BÜLL, L. T. et al. Fertilização potássica na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 157-163, 2001.
- CAHILL, S. et al. Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, n. 4, p. 1226-1236, July 2010.
- CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, p. 125-136, 2004.

CAIRES, E. F. et al. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 213-223, 2001.

CAIXETA, G. Z. T.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.

CAMARGO, A. P. de; PEREIRA, A. R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization, 1994. 96 p. (World Meteorological Organization. CAgMReport, 58).

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.

CARDOSO, A. I. I. et al. Alterações em propriedades do solo adubado com composto orgânico e efeito na qualidade das sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 594-599, 2011.

CARVALHO, M. et al. Compostos orgânicos no plantio do cupuaçuzeiro e do açaizeiro na Amazônia. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2012.

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

CASTRO, A. M. C. et al. Initial growth of coffee tree with use of hidrotentor polymer and different intervals of watering. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 465-471, out./dez. 2014.

CASTRO, E. R. et al. Teoria dos custos. In: SANTOS, M. L. dos; LIRIO, V. S.; VIEIRA, W. C. (Ed.). **Microeconomia aplicada**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2009. p. 193-234.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILLSON, K. C. (Ed.). **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. New York: Croom Helm, 1985. p. 305-374.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café: safra 2018, terceiro levantamento**, v. 5, n. 3, setembro. Brasília, DF, 2018.

COSTA, A. **Doses e modos de aplicação de calcário na implantação de sucessão soja-trigo em sistema de plantio direto**. 2000. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

DIAS, L. E. **Uso de gesso como insumo agrícola**. Seropédica: EMBRAPA-CNPBS, 1992. 7 p. (Comunicado Técnico, 7).

DOMINGHETTI, A. W. et al. Nitrogen loss by volatilization of nitrogen fertilizers applied to coffee orchard. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 173-183, mar./abr. 2016.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed., rev. e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

FERNANDES, A. L. T. et al. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palhas de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 324-336, 2013.

FERREIRA, A. D. et al. Análise sensorial de diferentes genótipos de cafeeiros Bourbon. **Interciencia**, Caracas, v. 37, n. 5, p. 390-394, 2012.

FERREIRA, A. D. et al. Desempenho agrônômico de seleções de café Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo de diferentes origens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 4, p. 388-394, abr. 2013.

FIALHO, C. M. T. et al. Competition of weeds with coffee plants, in two times of infestation. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 28, p. 969-978, 2010. Número especial.

FREITAS, T. **Fertilizantes nitrogenados convencionais, estabilizados, de liberação lenta ou controlada na cultura do cafeeiro: eficiência e custos**. 2017. 96 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

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

GUELFY, D. R. S. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 157, p. 1-14, mar. 2017.

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

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. **Cafeicultura**. Lavras: Ed. UFLA/FAEPE, 2002. 317 p.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **A história do café**. London, 2017. Disponível em: <[http://www.ico.org/pt/coffee\\_storyp.asp?section=Sobre\\_o\\_café](http://www.ico.org/pt/coffee_storyp.asp?section=Sobre_o_café)>. Acesso em: 28 dez. 2018.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KIEHL, J. C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 40-52, set./out. 2001.

KNÜPPEL, C. A. et al. Estudo do potencial hídrico foliar de cafeeiros submetidos a diferentes técnicas para otimização da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais...** Varginha: Procafé, 2016. p. 161-162.

- KUBO, R. K. et al. Consorciação e manejo de *Brachiaria decumbens* em mudas de cafeeiros infestados com *Pratylenchus brachyurus* em condições de casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1903-1909, nov. 2015.
- LAHAV, V. E. Banana nutrition. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 258-316.
- LIMA, P. C. et al. Estabelecimento de cafezal orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 214/215, p. 33-52, jan./abr. 2002.
- LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook**: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. 4<sup>th</sup> ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011. 66 p.
- LUCAS, E. F.; SOARES, B. G.; MONTEIRO, E. E. C. **Caracterização de polímeros**: determinação de peso molecular e análise térmica. Rio de Janeiro: E-papers, 2001. 366 p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.
- MALTA, M. R. **Produtividade e qualidade do café de lavouras em conversão para o sistema de produção orgânico**. 2007. 133 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- MALTA, M. R. et al. Qualidade sensorial do café de lavouras em conversão para o sistema de produção orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 775-783, 2008.
- MALTA, M. R.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1246-1252, dez. 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, 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, 2013.
- MARTINEZ, H. E. P. et al. Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, p. 838-848, dez. 2014. Suplemento.
- MATIELLO, J. B. Casca fresca do café despulpado pode ir para a lavoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais...** Varginha: Procafé, 2016. p. 184.
- MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro: MAPA, 2010. 542 p.

- MATTA, F. M. da et al. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485-510, out./dez. 2007.
- MONTEIRO, R. O. C. et al. Aspectos produtivos e de qualidade do melão sob gotejo subterrâneo e “mulching” plástico. **Acta Scientia Agronomica**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 453-457, 2007.
- MURTHY, P. S.; NAIDU, M. M. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition: a review. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 66, p. 45-58, Sept. 2010.
- NEGREIROS, M. Z. et al. Rendimento e qualidade de melão sob lâminas de irrigação e cobertura de solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, p. 773-779, 2005.
- OLIVEIRA, F. M. C. et al. Características mineralógicas e cristalográficas da gipsita do Araripe. **Holos**, Natal, v. 5, n. 28, p. 71-82, 2012.
- OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Fortaleza: EMBRAPA, 2004.
- OLIVEIRA, L. P. V. et al. Épocas de plantio e polímero hidrorretentor no crescimento inicial do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 507-515, out./dez. 2015.
- OLIVEIRA, N. K. et al. Anatomia foliar de cafeeiros implantados com uso de polímero hidrorretentor. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 258-265, abr./jun. 2014.
- OLIVEIRA NETO, A. A.; JACOBINA, A. C.; FALCÃO, J. V. A depreciação, a amortização e a exaustão no custo de produção agrícola. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 17, n. 1, p. 5-13, jan./mar. 2008.
- PACIULLO, D. et al. **Tecnologia e custo de produção de Brachiaria decumbens para uso sob pastejo**. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2016. (Circular Técnica INFOTECA-E).
- PARTELLI, F. L. et al. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro Conilon orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 605-618, jul./set. 2010.
- PAULA, D. W. Acúmulo de nutrientes na parte aérea do cafeeiro com aplicação de casca de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Varginha: Procafé, 2017. p. 438.
- PEDROSA, A. W. et al. Resíduo de Brachiaria fertilizada com nitrogênio na adubação do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 3, p. 366-373, 2014.
- PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; VALLADARES, G. S. Organossolos: ocorrência, gênese, classificação, alterações pelo uso agrícola e manejo. In: VIDAL-TORRADO, P. et al. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**. 4. ed. Viçosa, MG: SBCS, 2005. v. 4, p. 233-276.

- PETEK, M. R.; PATRÍCIO, F. R. A. Cultivares resistentes ou tolerantes a fatores bióticos e abióticos desfavoráveis: ponto-chave para a cafeicultura sustentável. **O Agrônomo**, Campinas, v. 59, n. 1, p. 39-40, jul. 2007.
- 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, jul./set. 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.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2016.
- RAGASSI, C. F.; PEDROSA, A. W.; FAVARIN, J. J. Aspectos positivos e riscos no consórcio cafeeiro e braquiária. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 12, p. 29-32, jan./jul. 2013.
- RÁMIZ, A. A. Os custos. In: ENCICLOPÉDIA prática de economia: questões da teoria econômica. São Paulo: Nova Cultural, 1988.
- RAMOS, B. Z. et al. Doses de gesso em cafeeiro: influência nos teores de cálcio magnésio potássio e pH na solução de um Latossolo Vermelho Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 1018-1026, jul./ago. 2013.
- REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: Ed. UFLA/FAEPE, 2007.
- REIS, P. R.; CUNHA R. L. **Café arábica: do plantio à colheita**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010. v. 1, 896 p.
- RENA, A. B. et al. Coffee. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). **Handbook of environmental physiology of fruit crops: subtropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC, 1994. v. 2, p. 101-122.
- RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, p. 26-40, 1985.
- 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 Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- ROCHA, O. C. et al. Chemical and hydrophysical attributes of an Oxisol under coffee intercropped with brachiaria in the Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 9, p. 1476-1483, set. 2016.
- ROCHA, O. C. et al. Qualidade físico-hídrica de um latossolo sob irrigação e braquiária em lavoura de café no cerrado. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, p. 516-526, 2014.
- SÁ JÚNIOR, A. de et al. Application of the Koppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 108, n. 1/2, p. 1-7, Apr. 2012.

SAMPAIO ARAÚJO, H. et al. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 469-475, 2012.

SANTOS, I. S. et al. Economia de água na irrigação do coqueiro em função de áreas de maior concentração do sistema radicular e cobertura do solo. **Ambiente & Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 105-113, 2008.

SANTOS, J. C. F. et al. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 6, p. 783-790, jun. 2002.

SANTOS, J. C. F. et al. Influência alelopática das coberturas mortas de casca de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1105-1118, set./out. 2001.

SANTOS, R. L. et al. Produção de capim elefante e movimentação de cátions em função de gesso mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, p. 1030-1037, 2013.

SCHOLZ, M. B. S. et al. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do IAPAR. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 6-16, jan./mar. 2013.

SERAFIM, M. E. **Sistema conservacionista e de manejo intensivo na melhoria de atributos do solo para a cultura do cafeeiro**. 2011. 119 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SERAFIM, M. E. et al. Qualidade física e intervalo hídrico ótimo em latossolo e cambissolo, cultivados com cafeeiro, sob manejo conservacionista do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 733-742, 2013.

SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, 2005, Frankfurt. **Proceedings...** Frankfurt: IFA, 2005. 1 CD-ROM.

SILVA, E. B. et al. Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do grão de café beneficiado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 335-345, mar. 1999.

SILVA, M. B. et al. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 12, p. 1755-1761, dez. 2007.

SILVA, M. C. C. **Crescimento, produtividade e qualidade de frutos do meloeiro sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e cobertura do solo**. 2002. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 2002.

SIQUEIRA, R. H. S. et al. Agregação de um latossolo vermelho-amarelo submetido a métodos de controle de plantas invasoras na cultura do café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 38, p. 1128-1134, 2014a.

SIQUEIRA, R. H. S. et al. Water retention and s index of an oxisol subjected to weed control methods in a coffee crop. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 5, p. 471-479, set./out. 2014b.

SOUZA, D. M. G. et al. **Uso de gesso agrícola nos solos do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2005. 19 p. (Circular Técnica, 32).

SOUZA, L. S. et al. Effect of *Brachiaria decumbens* control bands on the initial development and productivity of *Coffea arabica*. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

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**. 2<sup>nd</sup> ed. Paris: International Fertilizer Industry Association, 2010. 163 p.

VALOTO, B. et al. Produtividade e rendimento de cafeeiros cultivados com mulching e irrigados sob diferentes tensões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Varginha: Procafé, 2017. p. 175.

VASCONCELOS, M. A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

YURI, J. E. et al. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 424-427, 2012.

ZHU, L. et al. Soil *mulching* can mitigate soil water deficiency impacts on rainfed maize production in semiarid environments. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 14, n. 1, p. 58-66, Jan. 2015.

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

### APÊNDICE A - Tabelas

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as características, altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), diâmetro da copa (DCP), número de ramos plagiotrópicos (NRP), comprimento do ramo plagiotrópico (CRP), número de nós no ramo plagiotrópico (NNRP), umidade do solo (US), catação dos grãos (CAT), presença de defeito nos grãos (DEF), porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 16 acima (16>) e porcentagem de grãos retidos na peneira de crivo 18 acima (18>), em função de manejo (M), fertilizantes (F), condicionadores de solo (C) e suas interações.

FV	GL	Pr(>Chisq)				
		AP (E1)	AP (E2)	DC (E1)	DC (E2)	DCP (E1)
Bloco	2	0,0036*	0,0001*	0,0002*	0,0001*	0,0000*
C	4	0,0523	0,0039*	0,1538	0,0000*	0,0009*
F	1	0,0159*	0,0514	0,0311*	0,0111*	0,0535
M	2	0,0036*	0,0170*	0,0000*	0,0000*	0,0004*
C*F	4	0,7557	0,9860	0,6545	0,6601	0,9850
C*M	8	0,4685	0,4918	0,0163*	0,0206*	0,5811
F*M	2	0,4559	0,9458	0,8602	0,6515	0,5724
C*F*M	8	0,4783	0,2045	0,2616	0,4323	0,05176

FV	GL	Pr(>Chisq)				
		DCP (E2)	NRP (E1)	NRP (E2)	CRP (E1)	NNRP (E1)
Bloco	2	0,0217*	0,1791	0,2244	0,3690	0,1869
C	4	0,0000*	0,0933	0,0613	0,8666	0,7288
F	1	0,0986	0,7021	0,5463	0,3917	0,1557
M	2	0,0077*	0,6965	0,9488	0,2667	0,0050*
C*F	4	0,5280	0,8315	0,9195	0,7089	0,6771
C*M	8	0,1650	0,1869	0,0563	0,8451	0,7142
F*M	2	0,8591	0,8184	0,8388	0,9568	0,6551
C*F*M	8	0,2607	0,4311	0,0960	0,6666	0,5377

FV	GL	Pr(>Chisq)				
		US	CAT	DEF	16>	18>
Bloco	2	0,0377*	0,9958	0,9128	0,9453	0,3925
C	4	0,0838	0,0412*	0,0105*	0,3918	0,0000*
F	1	0,4366	0,4994	0,9042	0,1127	0,6322
M	2	0,0000*	0,3624	0,3970	0,2320	0,0684
C*F	4	0,1003	0,6781	0,8583	0,6431	0,9976
C*M	8	0,3655	0,6223	0,5707	0,7654	0,0051*
F*M	2	0,2530	0,1067	0,0930	0,4823	0,2493
C*F*M	8	0,7690	0,7914	0,7559	0,3650	0,1182

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para as características, rendimento, produtividade, fragrância, sabor, acidez, corpo, equilíbrio, visão geral, nota final, teor de pH do solo, de fósforo (P), de potássio (K), de cálcio (Ca), de magnésio (Mg), de saturação por bases (V%) e de saturação por alumínio (m%) em função de manejo (M), fertilizantes (F) e condicionadores de solo (C).

FV	GL	Pr(>Chisq)				
		Rendimento	Produtividade	Fragrância	Sabor	Acidez
Bloco	2	0,7550	0,0002*	0,4549	0,9549	0,8604
C	4	0,1275	0,1320	0,0083*	0,1413	0,8344
F	1	0,6248	0,1973	0,7399	0,9450	0,6313
M	2	0,2879	0,0000*	0,9718	0,1245	0,0023*
C*F	4	0,9058	0,0680	0,1007	0,1089	0,0615
C*M	8	0,5808	0,1284	0,0198*	0,0425*	0,2970
F*M	2	0,1864	0,3261	0,5488	0,2606	0,5265
C*F*M	8	0,0527	0,0015*	0,6145	0,9319	0,7129
FV	GL	Pr(>Chisq)				
		Corpo	Finalização	Equilíbrio	Geral	Final
Bloco	2	0,4343	0,9435	0,4682	0,9474	0,8155
C	4	0,6105	0,0939	0,3271	0,1757	0,1639
F	1	0,4430	0,3605	0,6718	0,3702	0,6131
M	2	0,0860	0,3232	0,2219	0,1610	0,1980
C*F	4	0,6297	0,0255*	0,0522	0,0103*	0,0553
C*M	8	0,0019*	0,0066*	0,0091*	0,0948	0,0101*
F*M	2	0,2338	0,5138	0,1585	0,3968	0,3316
C*F*M	8	0,9482	0,7558	0,7364	0,7012	0,9528
FV	GL	Pr(>Chisq)				
		pH	P	K	Ca	Mg
Bloco	2	0,1969	0,9660	0,5402	0,4590	0,1519
C	4	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0001*
F	1	0,9899	0,5803	0,1830	0,9298	0,9264
M	2	0,0040*	0,7412	0,0000*	0,5187	0,2692
C*F	4	0,0010*	0,2750	0,3714	0,0068*	0,0361*
C*M	8	0,6087	0,0284*	0,0011	0,3576	0,9869
F*M	2	0,0090*	0,4520	0,6755	0,8315	0,7904
C*F*M	8	0,8263	0,6644	0,4370	0,7259	0,6892
FV	GL	Pr(>Chisq)				
		V (%)	m (%)			
Bloco	2	0,5298	0,7028			
C	4	0,0000*	0,0072*			
F	1	0,9411	0,9522			
M	2	0,1870	0,9558			
C*F	4	0,0005*	0,9141			
C*M	8	0,9083	0,9901			
F*M	2	0,2034	0,6665			
C*F*M	8	0,2190	0,1296			

\*Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.



## APÊNDICE B - Laudo do composto orgânico utilizado no experimento



# RELATÓRIO DE ENSAIOS

RELATÓRIO DE ENSAIO No: 20026483-i90

REVISÃO: 1.0

Cliente: MANTIQUEIRA AGRONEGOCIOS LTDA

Solicitante: MANTIQUEIRA AGRONEGOCIOS LTDA

Endereço: ROD. FERNAO DIAS, BR381, KM 767

Telefone: 34-3211-5100

Município: CAMPANHA

EP: MG 90405-8

Email: hugooliveira@granjamantiqueira.com.br

### DADOS DA AMOSTRA

Material amostrado: Fertilizantes

Código da amostra: 20174590

Identificação da amostra: 05 G11 2017 CONDICIONADOR DE SOLOS

Data de entrada no laboratório: 26/10/2017

Data de emissão do relatório: 14/11/2017

### INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM

Data da coleta: 08/09/2017

Quantidade: 2013 Ton

ID:

Registro:

Descrição: MANTIQUEIRA CONDICIONADOR DE SOLO

Produc.:08/09/17

Nota: A descrição da amostra coletada é de inteira responsabilidade do cliente.

Ofício: /45

### RESULTADO DOS ENSAIOS

Parâmetros	Resultados	Unidade	L.Q.	VR	Método	Data ensaio	
N Total	1.80	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.1.1	14/11/2017
P2O5 Total	3.00	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap I, C.2.2	14/11/2017
K2O Agua	2.87	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.6.2.2	14/11/2017
Ca Total	9.31	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.7.2.2	06/11/2017
Mg Total	0.5	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.7.2.2	06/11/2017
S Total	0.1	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.8	06/11/2017
B Total	0.001	%	0.001	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.9	06/11/2017
Cu Total	0.01	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.10.2.	06/11/2017
Mn Total	0.04	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.10.2.	06/11/2017
Zn Total	0.03	%	0.01	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.10.2.	06/11/2017
Umidade Atual	17.2	%	0.1	---	X	IN SDA 17 Cap 2	06/11/2017
C Organico Total	26.4	%	0.1	---	X	IN SDA 3 Cap IV, D.16	06/11/2017
Cap Troca Cations	460.0	mmol/Kg	1	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.15	14/11/2017
Cap Retenção Agua	138.0	% m/m	0.1	---	0.0-100	IN SDA 17 Cap 4.1	06/11/2017
Acido Fuvico	5.12	%	0.1	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.14	06/11/2017
Acidos Humicos	4.02	%	0.1	---	X	IN SDA 3 Cap III, E.14	06/11/2017
As	N/D	mg/Kg	0.05	max	20.00	U.S.EPA: 7061-A	06/11/2017
Cd	<0.05	mg/Kg	0.05	max	3.00	U.S.EPA: 3050-B	06/11/2017
Hg	N/D	mg/Kg	0.05	max	1.00	U.S.EPA: 7471-A	06/11/2017
Ni	N/D	mg/Kg	0.05	max	70.00	U.S.EPA: 3050-B	06/11/2017
Pb	1.20	mg/Kg	0.05	max	150.00	U.S.EPA: 3050-B	06/11/2017
Se	N/D	mg/Kg	0.05	max	80.00	U.S.EPA: 7741-A	06/11/2017
Coliformes Termotolerantes	N/D	NMP/g de	P/A	max	Ausente	U.S.EPA: part 503	06/11/2017
Ovos Viaveis de Helmintos	N/D	Ovos/g de	1	max	1.00	U.S.EPA: part 503	06/11/2017
Salmonella	N/D	NNP/10 g	1	max	Ausente	U.S.EPA: part 503	06/11/2017
Cromo Hexa Valente	N/D	mg/kg	0.1	max	2.00	U.S.EPA: 7196-A	14/11/2017
Vidros, plasticos, metais > 2	N/D	% na MS	0.1	max	2.00	P 2031	06/11/2017
Pedras > 5 mm	N/D	% na MS	0.1	max	2.00	P 2031	06/11/2017