

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
DEYVID DA SILVA GALLET

PARÂMETROS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DE CAFEEIROS
EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE MANEJO EM MONTE CARMELO, MINAS GERAIS

Monte Carmelo
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
DEYVID DA SILVA GALLET

PARÂMETROS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DE CAFEEIROS
EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE MANEJO EM MONTE CARMELO, MINAS GERAIS

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

Monte Carmelo
2021

DEYVID DA SILVA GALLET

PARÂMETROS VEGETATIVOS, PRODUTIVOS E NUTRICIONAIS DE CAFEEIROS
EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE MANEJO EM MONTE CARMELO, MINAS GERAIS

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

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

Monte Carmelo, 04 de junho de 2021.

Banca Examinadora

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

Prof. Dr. Enio Tarso de Souza Costa
Membro da Banca

Eng. Agr. Camila Isabel Pereira Rezende
Membro da Banca

Monte Carmelo
2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade, saúde e persistência para superar todos os desafios que encontrei ao longo dessa jornada.

Aos meus pais Sebastiana Aparecida da Silva Gallet e Pedro Gallet pela paciência, apoio e incentivo nos momentos difíceis ao longo dessa caminhada, e para toda a vida.

Ao meu irmão Diego da Silva Gallet, pelo apoio e conselhos de vida que foram muito importantes, e ao meu sobrinho Lucas Rogério da Silva Gallet pelo companheirismo e alegria.

A minha orientadora Prof.^a Dra. Gleice Aparecida de Assis, pela amizade, profissionalismo, paciência e contribuição para o meu desenvolvimento pessoal e profissional durante esses anos.

Ao grupo de pesquisa NECACER – Núcleo de Estudos em Cafeicultura do Cerrado pelos cinco anos de aprendizado e dedicação que foram cruciais para meu desenvolvimento.

A todos meus colegas e amigos que de alguma forma, contribuíram e auxiliaram na condução do projeto.

Ao produtor Laércio Antônio Crippa por ter cedido a área para a realização do experimento para o Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao agrônomo Breno Nunes Rodrigues de Azevedo pela parceria na condução do experimento.

Aos professores, técnicos e servidores da Universidade Federal de Uberlândia - *Campus* Monte Carmelo, que contribuíram de forma direta ou indireta para que fosse possível minha formação.

A todos vocês que contribuíram para a construção deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO.....	8
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1 Área experimental e tratamentos.....	12
4.2 Parâmetros vegetativos e produtivos.....	16
4.3 Caracterização da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Parâmetros vegetativos.....	21
5.2 Análise sensorial, produtividade, percentual de grãos retidos em peneiras e percentual de maturação.....	27
5.3 Análise de solo.....	31
5.4 Análise foliar.....	34
6 CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	37

RESUMO

O Brasil é o principal produtor de café do mundo, destacando-se o estado de Minas Gerais, o qual apresenta maior área plantada e é responsável por 50% da produção nacional. Por se tratar de uma cultura cultivada em larga escala, existe grande pressão de pragas e doenças, o que torna necessário a adoção de práticas de manejo que reduzam a aplicação de produtos fitossanitários e garantam maior sustentabilidade ao processo produtivo. O manejo orgânico é uma alternativa que promove a melhoria da estrutura, aeração e armazenamento de água no solo, além de diminuir a variação de temperatura. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar os parâmetros vegetativos, produtivos e nutricionais de cafeeiros em função de sistemas de manejo na lavoura. O experimento foi instalado em janeiro de 2018, na Fazenda Araras no município de Monte Carmelo, Minas Gerais, utilizando a cultivar Catucaí Amarelo 20/15 cv 479. O delineamento foi constituído por cinco blocos casualizados com quatro tratamentos e cada parcela composta por 20 plantas. O experimento apresentou no total 20 parcelas e 120 plantas úteis. Os tratamentos foram compostos pelas seguintes doses do composto orgânico aplicado em cobertura: (T1): 150 g planta⁻¹ (1,7 t ha⁻¹); (T2): 300 g planta⁻¹ (3,4 t ha⁻¹); T3: 500 g planta⁻¹ (5,7 t ha⁻¹); e T4 (controle: consistiu no manejo padrão da propriedade, com aplicação de produtos fitossanitários e adubação mineral). Para os tratamentos T1, T2 e T3 foi aplicado fertilizante orgânico líquido via pulverizações na dose de 3 mL L⁻¹ de água e aplicação via *drench* na dose de 3 mL L⁻¹ de água em calda de 600 mL planta⁻¹. Foram avaliados os parâmetros vegetativos de crescimento (altura, diâmetro de copa, diâmetro de caule, número de pares de ramos plagiotrópicos primários e número de nós no ramo plagiotrópico primário); nutricionais (análises de solo e folha); e produtivos (análise de maturação, produtividade, peneira e análise sensorial). O manejo convencional proporcionou incremento no número de internódios no ramo plagiotrópico do cafeeiro e na produtividade da primeira safra da lavoura. Os sistemas de manejo não influenciaram o formato e tamanho dos grãos de café. O uso da adubação orgânica e ausência de aplicação de produtos fitossanitários proporcionou a obtenção de cafés especiais, além de acelerar o processo de maturação dos frutos. O manejo com adubação orgânica apresentou eficiência por manter em níveis satisfatórios o pH e os teores matéria orgânica, saturação por bases, CTC efetiva, fósforo, enxofre, cálcio, cobre, ferro, manganês e zinco no solo. Os teores foliares de fósforo, potássio, enxofre, boro e cobre foram satisfatórios para a cultura e não diferiram entre os sistemas de manejo adotados na lavoura.

PALAVRAS-CHAVE: cafeicultura, adubação orgânica e manejo sustentável.

ABSTRACT

Brazil is the main coffee producer in the world, highlighting the state of Minas Gerais, which has the largest planted area and is responsible for 50% of national production. As it is a crop grown on a large scale, there is great pressure from pests and diseases, which makes it necessary to adopt management practices that reduce the application of phytosanitary products and ensure greater sustainability in the production process. Organic management is an alternative that promotes the improvement of the structure, aeration and storage of water in the soil, in addition to reducing temperature variation. In this sense, the objective of this work was to evaluate the vegetative, productive and nutritional parameters of coffee trees as a function of management systems in the crop. The experiment was installed in January 2018, at Fazenda Araras in the municipality of Monte Carmelo, Minas Gerais, using the cultivar Catucaí Amarelo 20/15 cv 479. The design consisted of five randomized blocks with four treatments and each plot composed of 20 plants. The experiment had a total of 20 plots and 120 useful plants. The treatments consisted of the following doses of organic compost applied in top dressing: (T1): 150 g plant⁻¹ (1.7 t ha⁻¹); (T2): 300 g plant⁻¹ (3.4 t ha⁻¹); T3: 500 g plant⁻¹ (5.7 t ha⁻¹); and T4 (control: consisted of standard management of the property, with application of phytosanitary products and mineral fertilizers). For treatments T1, T2 and T3 liquid organic fertilizer was applied via sprays at a dose of 3 mL L⁻¹ of water and application via drench at a dose of 3 mL L⁻¹ of water in a 600 mL plant⁻¹ syrup. The vegetative growth parameters (height, crown diameter, stem diameter, number of pairs of primary plagiotropic branches and number of nodes in the primary plagiotropic branch) were evaluated; nutritional (soil and leaf analysis); and productive (maturation analysis, productivity, sieve and sensory analysis). The conventional management provided an increase in the number of internodes in the plagiotropic branch of the coffee tree and in the productivity of the first crop of the crop. The management systems did not influence the shape and size of the coffee beans. The use of organic fertilization and the absence of application of phytosanitary products provided the obtainment of special coffees, in addition to accelerating the fruit maturation process. The management with organic fertilization showed efficiency by keeping the pH and organic matter contents, base saturation, effective CTC, phosphorus, sulfur, calcium, copper, iron, manganese and zinc in the soil at satisfactory levels. The leaf contents of phosphorus, potassium, sulfur, boron and copper were satisfactory for the crop and did not differ between the management systems adopted in the crop.

KEYWORDS: coffee growing, organic fertilization and sustainable management.

1 INTRODUÇÃO

O café se consolidou como uma das principais commodities do país e como a segunda bebida mais consumida no mundo. O Brasil é o maior produtor mundial de café, com produção de 63 milhões de sacas beneficiadas em 2020 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2021).

A Região do Cerrado Mineiro se destaca no âmbito nacional e internacional na produção do café, sendo a primeira região no país a obter a denominação de origem. O objetivo da denominação é demarcar a região, pelas suas características únicas de clima, relevo, solo e altitude, aliada a boas práticas de manejo e condução das lavouras, a fim de produzir um produto de qualidade. Por meio da denominação de origem, a certificação promove maior visibilidade e valorização do produto comercializado no mercado competitivo (FEDERAÇÃO DOS CAFEICULTORES DO CERRADO, 2020).

Em função da região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro apresentar excelentes condições para o cultivo de *Coffea arabica* L., o plantio dessa espécie é efetuado em áreas muito extensas. Essa condição propicia grande pressão de pragas e doenças, tornando-se necessário a adoção de práticas de manejo que reduzam a aplicação de produtos fitossanitários.

Uma categoria específica de mercado de cafés vem ganhando espaço no Brasil em função da exigência do consumidor por um produto de qualidade, isento da aplicação de produtos fitossanitários durante o processo de produção. Esses consumidores valorizam os produtos advindo de propriedades que buscam atender da melhor forma possível aos quesitos de sustentabilidade. Nesse contexto, o manejo orgânico desponta como uma alternativa promissora. Um dos principais benefícios da adubação orgânica está relacionada ao incremento da matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, a melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos.

Quanto aos atributos físicos, a matéria orgânica do solo contribui para a melhoria da estrutura, aeração e armazenamento de água no solo. Conseqüentemente, contribui para a redução na variação da temperatura, sobretudo evitando que a temperatura atinja valores muito elevados, o que pode comprometer alguns processos biológicos e reduzir a absorção de nutrientes (GUIMARÃES et al., 2014). O incremento no teor de matéria orgânica no solo também contribui para aumentar a disponibilidade de nutrientes e a retenção de cátions. Esse

aumento na capacidade de troca contribui para minimizar os efeitos da salinização e diminuir a lixiviação dos nutrientes no perfil do solo (PARTELLI et al., 2014). Com relação aos atributos biológicos, há um aumento da biodiversidade de microrganismos que solubilizam nutrientes para a planta (TRANI et al., 2013), o que pode proporcionar condições mais favoráveis para o desenvolvimento do cafeeiro (ARAGÃO et al., 2020).

Os atributos químicos e físicos do solo são altamente influenciados por essa prática, e por se tratar de matéria orgânica, a decomposição desses resíduos melhora a estrutura do solo, atuando como agente cimentante, formando agregados estáveis e aumentando consideravelmente a retenção de água no solo. Além disso, há maior disponibilidade de nutrientes, como por exemplo, nitrogênio, enxofre e fósforo por meio da mineralização decorrente da decomposição da matéria orgânica. A formação de complexos imóveis da matéria orgânica com alumínio e ferro presentes no solo, também proporciona um aumento na disponibilidade de fósforo para a planta (KORNDÖRFER, 2001).

Diante desse contexto e considerando a escassez de estudos sobre manejos alternativos na cultura do cafeeiro na região do Cerrado Mineiro, a redução na aplicação de produtos fitossanitários pode proporcionar maior sustentabilidade na produção agrícola, ocasionando melhoria das características químicas e biológicas do solo e, conseqüentemente, possíveis aumentos na produtividade e maior tolerância do cafeeiro a estresses bióticos e abióticos.

2 OBJETIVO

Avaliar os parâmetros vegetativos, produtivos e nutricionais de cafeeiros em função de sistemas de manejo em Monte Carmelo, Minas Gerais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O cafeeiro é uma planta originária do continente africano, das regiões altas da Etiópia (Cafa e Enária). É uma planta perene, de porte arbustivo, pertencente à família Rubiaceae. Os

ramos verticais são denominados ortotrópicos e os horizontais ou produtivos de plagiotrópicos, os quais podem originar ramos secundários e terciários, aumentando a área de produção. As gemas florais estão dispostas nos ramos laterais e nas axilas das folhas (MATIELLO et al., 2015).

As duas espécies exploradas comercialmente no Brasil, dentre as inúmeras existentes, são *C. arabica* L. e *C. canephora*, as quais representam, respectivamente, 77,3% e 22,7% da produção nacional (CONAB, 2021).

Atualmente, países como Vietnã, Colômbia, Indonésia e Índia são os maiores produtores de café do mundo. O Brasil lidera o ranking da produção mundial, o que o torna referência em exportação.

No Brasil, a área plantada com cafeeiros representa 2,16 milhões de hectares. Os principais estados produtores são Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná e Rondônia (CONAB, 2020).

Em 2020, a produção alcançada em Minas Gerais foi de 34,6 milhões de sacas beneficiadas de 60 kg, representando um acréscimo de 41,1% em relação ao mesmo período em 2019, devido à bionalidade positiva ocorrida em 2020. Outro fator que contribuiu para o aumento de produção foi o incremento de 5,9% na área plantada no estado, passando para 1,0 milhão de hectares em dezembro de 2020. Neste contexto, destaca-se o Alto Paranaíba, Triângulo e Noroeste de Minas, com clima e relevo favoráveis para o cultivo do cafeeiro. Essa região foi a segunda que mais cresceu em área plantada no estado, representando um incremento de 4,4% em relação à 2019, o que demonstra a capacidade da mesma em se destacar em produtividade e qualidade do produto (CONAB, 2020).

Em função de extensas áreas plantadas com cafeeiros no Brasil e a intensa aplicação de produtos fitossanitários, há uma grande pressão de pragas e doenças na cultura, aumentando os custos de produção e proporcionando desequilíbrios no ambiente. Nesse contexto, a agricultura orgânica se destaca como uma alternativa para um manejo mais sustentável da cafeicultura, sendo descrita como um processo produtivo livre de produtos fitossanitários, na qual o manejo ocorre de forma sustentável, estabelecendo um equilíbrio ecológico e produzindo alimentos de maior qualidade e durabilidade (ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA - AAO, 2018).

A cafeicultura orgânica no Brasil representa 0,3% da área total cultivada, com aproximadamente 200 produtores, apresentando crescimento de 5% ao ano no período de 2000 a 2006 (GIOMO; PEREIRA; BLISKA, 2007). Em algumas regiões cafeeiras, como por exemplo, em Poço Fundo no Sul de Minas Gerais, o uso do manejo orgânico tem sido

promissor. Segundo Malta et al. (2008a), 71% das lavouras orgânicas dessa região apresentaram valores médios de matéria orgânica (2,01 - 4,00 dag kg⁻¹), porém, o potássio e o zinco foram os nutrientes mais limitantes, em função de todas as lavouras avaliadas apresentarem teores abaixo do recomendado nesse tipo de manejo. As cultivares Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo e Mundo Novo apresentaram incremento de produção e grande potencial de bebida de boa qualidade, enquadrando-se nas categorias bebida dura, apenas mole e mole, o que enfatiza o potencial do manejo orgânico na produção de cafés de qualidade.

Avaliando o efeito da combinação de doses de composto orgânico aplicadas via solo com doses de biofertilizantes em aplicações foliares como complemento da adubação de cafeeiros Topázio MG-1190 em Lavras, Minas Gerais, Araújo et al. (2007) verificaram que o melhor desenvolvimento da lavoura foi promovido com a dose de 770 g vaso⁻¹ de composto orgânico associado à aplicação foliar de “Supermagro” nas concentrações entre 14,6% e 16,2%.

Em experimento conduzido em lavoura cafeeira em processo de conversão do manejo convencional para orgânico no município de Lavras - MG, Malta et al. (2008b) constataram diferenças significativas na qualidade sensorial da bebida para os atributos doçura, sabor e balanço com a utilização de esterco bovino e farelo de mamona em relação ao manejo convencional com aplicação de sulfato de amônio e cloreto de potássio.

Analisando a produtividade e tamanho de grãos de café em função de doses de fertilizantes orgânicos, Araújo et al. (2013) verificaram aumento do percentual de grãos chatos nas peneiras 18/64” e 19/64” para doses mais elevadas do composto (3, 6, 9, 12, 15 e 18 Mg ha⁻¹ ano⁻¹) contendo capim cameron triturado e esterco de galinha.

O uso de fertilizante contendo 5% de Microgeo® e 15% de esterco bovino fresco proporcionou rendimento de café colhido/beneficiado semelhante ao manejo convencional da lavoura de Catuaí Amarelo 2SL em experimento conduzido no município de Muzambinho – MG. Além disso, não foram detectadas diferenças significativas na produtividade do tratamento com adubação biológica e convencional, os quais produziram em média, respectivamente, 43,2 e 45,2 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (FIGUEIREDO; MIRANDA; VILELLA, 2017).

Com relação às alterações químicas que o manejo orgânico pode proporcionar no solo, Theodoro et al. (2003) verificaram que a utilização de esterco de galinha, húmus de minhoca, composto à base de esterco de gado, cascas do fruto do cafeeiro e dejetos de suínos proporcionou incremento de pH e nos teores de Ca, Mg, K, P, Zn, B, capacidade de troca de

cátions e soma de bases, além de diminuir o Al trocável em relação ao manejo convencional do cafeeiro cultivar Acaia IAC 474-19.

Fernandes et al. (2013) verificaram em experimento conduzido em Araxá – MG que o uso de esterco de galinha como fonte de adubação orgânica na substituição da adubação mineral na cultivar Catuaí Vermelho IAC-144 promoveu aumento nas concentrações de B no solo a partir de 2,5 t de esterco ha⁻¹, de P a partir de 5,0 t de esterco ha⁻¹ e de Zn e K a partir de 10,0 t de esterco ha⁻¹.

Com relação aos custos e viabilidade do manejo orgânico, Nicoleli e Moller (2006) verificaram que é viável o investimento em café orgânico sombreado irrigado em comparação ao café tradicional, em função da redução de custos com produtos fitossanitários. Porém, é necessário considerar que lavouras de café orgânico apresentam baixa produtividade, o que pode elevar o custo de produção, sendo recomendado avaliar a região onde será feito o cultivo e o preço pago pelo produto

O manejo orgânico também pode beneficiar a macrofauna do solo, proporcionando maior diversidade de grupos taxonômicos de insetos em relação ao manejo convencional (SANTOS et al., 2018). Neste contexto, Lammel et al. (2015) verificaram que a utilização de casca de café e torta de mamona em lavouras cafeeiras proporcionou aumento de indivíduos das subclasses Oligochaeta e Isopoda em relação à adubação mineral convencional, cultivo consorciado com braquiária e cultivo com amendoim forrageiro na entrelinha, o que demonstra a sustentabilidade desse manejo.

Em relação à influência do manejo na fertilidade do solo, o consórcio de cafeeiros com soja, feijão guandu, crotalária e mucuna preta proporcionou menores valores de pH, maior soma de bases e maior saturação por bases em relação à testemunha em experimento conduzido no Sul de Minas Gerais. Os teores de cálcio, ferro, cobre e boro foram maiores nos tratamentos com mucuna preta e feijão guandu, e os teores de zinco e manganês foram superiores no consórcio cafeeiro e feijão guandu (DIAS; MACIEL; ANUNCIAÇÃO, 2011), o que demonstra a eficiência do consórcio na melhoria dos atributos químicos do solo.

O adequado manejo da adubação é responsável em grande parte pelo desempenho produtivo do cafeeiro. Várias pesquisas com uso de fontes orgânicas têm se destacado na cafeicultura. A utilização de composto orgânico de cama-de-frango e esterco bovino com terra proporcionou maiores teores de N e K em mudas de *C. canephora* em ensaio conduzido no Espírito Santo, se tornando uma alternativa de adubação no plantio. No Paraná, o uso de plantas de adubação verde, torta de filtro de cana e esterco de origem animal aumentaram os

teores de nitrogênio, potássio e cálcio em lavoura de café arábica (SERRANO; SILVA; FORMENTINI, 2011; FIDALSKI; CHAVES, 2010).

Em trabalho realizado em Viçosa – MG, Vilela et al. (2011), verificaram que a utilização de mucuna e amendoim forrageiro na adubação de lavouras cafeeiras proporcionou aumento nas concentrações de potássio, fósforo, cálcio e magnésio e incremento no crescimento vegetativo das plantas em relação ao uso de sulfato de amônio.

A adubação, independentemente da fonte a ser utilizada, deve ser balanceada, evitando que o excesso de um nutriente não interfira na absorção de outro. Segundo Araújo et al. (2007), em estudo de teores foliares de cafeeiros na fase de formação, o uso de composto orgânico a base de esterco de galinha, casca de café e palha de feijão proporcionou, com a elevação das doses, aumento dos teores foliares de nitrogênio, potássio e magnésio, porém houve diminuição dos teores de fósforo, cálcio, boro, cobre, ferro e manganês. O biofertilizante supermagro foi eficiente no fornecimento de magnésio, boro e cobre, sendo que a concentração de zinco foi insuficiente na absorção foliar nas doses fornecidas (110, 330, 550, 770 e 990 g vaso⁻¹).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e tratamentos

O experimento foi implantado na Fazenda Araras, no município de Monte Carmelo, Minas Gerais. A cidade está situada na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba com altitude média de 870 m, latitude sul 18° 43' 29'' e longitude oeste 47° 29' 55''. A temperatura varia entre a mínima de 15,2°C e a máxima de 32,2°C, com precipitações anuais médias de 1.600 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho. Antes da diferenciação dos tratamentos, foram realizadas análises dos atributos químicos para avaliação da fertilidade do solo, em amostras coletadas nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm em janeiro de 2018, para definição e cálculo das doses dos adubos orgânicos utilizados em cada tratamento (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do solo na camada de 0-20 e 20-40 cm da área experimental na Fazenda Araras no município de Monte Carmelo-MG

Atributos químicos do solo	2018	
	0-20	20-40
pH em H ₂ O	5,8	6,3
P (mg dm ⁻³)	102,5	124,8
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,5	0,5
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	6,6	6,6
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,0	1,0
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0
H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	2,9	2,4
SB (cmol _c dm ⁻³)	8,1	8,1
V (%)	74,0	77,0
m (%)	0,0	0,0
t (cmol _c dm ⁻³)	8,1	8,1
T (cmol _c dm ⁻³)	11,0	10,5
Zn (mg dm ⁻³)	2,5	2,6
Mn (mg dm ⁻³)	4,1	4,1
Fe (mg dm ⁻³)	24,0	24,0
Cu (mg dm ⁻³)	2,9	2,7
B (mg dm ⁻³)	0,6	0,6
S-SO ₄ ⁻² (mg dm ⁻³)	227,0	198,0
M.O. (dag ha ⁻¹)	3,5	3,3

Manual de métodos de análise de solo - EMBRAPA, 2017.

SB: Soma de bases; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio; t: CTC efetiva; T: CTC potencial; M.O: Matéria orgânica. Métodos de extração: P, K, Na = Mehlich¹; S-SO₄⁻² = [Fosfato monobásico cálcio 0,01 mol L⁻¹]; Ca, Mg, Al = [KCl 1 mol L⁻¹]; H+Al = [Solução Tampão SMP pH 7,5]; B = [BaCl₂. 2H₂O 0,125% à quente]; Cu, Fe, Mn, Zn = DTPA.

O plantio das mudas ocorreu em dezembro de 2016, utilizando a cultivar Catucaí Amarelo 20/15 cv 479 e a diferenciação dos tratamentos foi realizada em janeiro de 2018. O espaçamento utilizado foi de 3,80 m entre linhas x 0,60 m entre plantas, com densidade de 4.385 plantas ha⁻¹. No plantio, a adubação foi realizada em sulco aplicando 300 g m⁻¹ de calcário com PRNT igual a 85%, 400 g m⁻¹ de gesso, 350 g m⁻¹ de fosfato (37% de P₂O₅) e 2,0 kg m⁻¹ de composto orgânico de cama-de-frango.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco blocos e quatro tratamentos (Figura 1). A parcela foi composta por 20 plantas, considerada útil as seis plantas centrais. Cada parcela foi intercalada com uma linha de bordadura, a fim de evitar a interferência entre os tratamentos. O experimento apresentou 20 parcelas. A área total de cada parcela foi de 45,6 m².

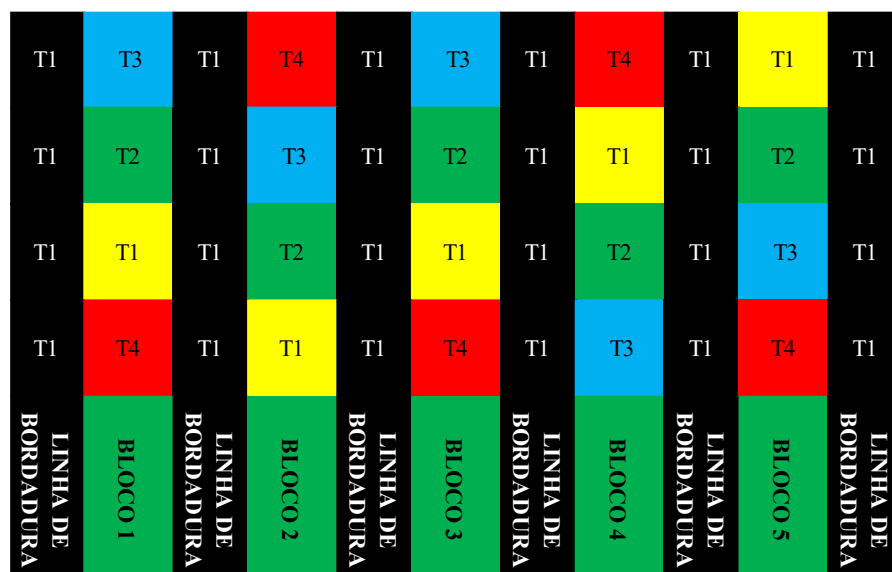


Figura 1. Disposição dos tratamentos na área experimental

Três tratamentos constituíram da aplicação em cobertura do composto orgânico comercial constituído de materiais de origem vegetal e animal (Tabela 2) nas seguintes doses: T1: $150 \text{ g planta}^{-1}$ ($1,7 \text{ t ha}^{-1}$); T2: $300 \text{ g planta}^{-1}$ ($3,4 \text{ t ha}^{-1}$); e T3: $500 \text{ g planta}^{-1}$ ($5,7 \text{ t ha}^{-1}$).

Tabela 2. Caracterização do composto orgânico

Atributos	Resultados
N	$1,20 \text{ dag kg}^{-1}$
P_2O_5	$1,60 \text{ dag kg}^{-1}$
K_2O	$0,93 \text{ dag kg}^{-1}$
Ca	$4,50 \text{ dag kg}^{-1}$
Mg	$0,42 \text{ dag kg}^{-1}$
S	$0,55 \text{ dag kg}^{-1}$
B	$0,0002 \text{ dag kg}^{-1}$
Cu	$0,009 \text{ dag kg}^{-1}$
Fe	$1,20 \text{ dag kg}^{-1}$
Mn	$0,07 \text{ dag kg}^{-1}$
Zn	$0,008 \text{ dag kg}^{-1}$
SiO_2	$43,10 \text{ dag kg}^{-1}$
Carbono orgânico total	$14,50 \text{ dag kg}^{-1}$
Extrato húmico total	$26,10 \text{ dag kg}^{-1}$
Ácidos húmicos	$17,00 \text{ dag kg}^{-1}$
Ácidos fúlvicos	$9,10 \text{ dag kg}^{-1}$
Umidade a 65°C	$27,6 \text{ dag kg}^{-1}$
pH	7,40
Condutividade elétrica	$1,4 \text{ dS cm}^{-1}$
CTC	$312,0 \text{ mmol kg}^{-1}$
Relação CTC/C	21,5
Relação C/N	8,8
Matéria orgânica	$27,4 \text{ dag kg}^{-1}$

Análise segundo metodologia do Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos (MAPA 2017).

Após aplicação em cobertura do composto orgânico, foi aplicado fertilizante orgânico líquido em pulverização foliar na dose de 3 mL L⁻¹ de água e via *drench*, com volume de calda de 600 mL planta⁻¹ do fertilizante orgânico líquido na dose de 3 mL L⁻¹ de água. Cada tratamento apresentou um intervalo de aplicação para adubação de cobertura, *drench* e pulverização (Tabela 4). O fertilizante orgânico líquido é composto de carbono orgânico e K₂O nas concentrações de 30 g L⁻¹ e 2,0 g L⁻¹, respectivamente. O tratamento controle (T4) consistiu no manejo padrão da propriedade com aplicação de adubação mineral via fertirrigação e solo. Na adubação via fertirrigação aplicaram-se 695,65 kg ha⁻¹ de Uréia (45% N), 229,77 kg ha⁻¹ de KCl (58% K₂O), 40,74 kg ha⁻¹ de Sulfato de magnésio (8% Mg e 12% S), 10,43 kg ha⁻¹ de Boro e 184,79 kg ha⁻¹ de formulado 19-04-19 (N-P₂O₅-K₂O). Na adubação via solo aplicaram-se 269,69 kg ha⁻¹ de KCl (58% K₂O) e 6,5 t ha⁻¹ de composto orgânico. A calagem no tratamento padrão da fazenda foi realizada em área total na dose de 1,6 t ha⁻¹ com calcário de PRNT igual a 85%. Os fertilizantes foliares e produtos fitossanitários aplicados no T4 encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Produtos fitossanitários e nutrientes aplicados via folha no tratamento (T4) padrão da fazenda

Ingrediente ativo	Dose (L ha ⁻¹)	Volume de calda (L ha ⁻¹)
Fertilizante foliar contendo 20% de K ₂ O	2,0	500
Fertilizante foliar contendo 10% de B e 0,5% de Ca	2,0	500
Fertilizante foliar contendo 6% de N e 30% de P ₂ O	0,5	500
Fertilizante foliar contendo 2% de B e 8% de Ca	1,0	500
Azoxistrobina (200 g L ⁻¹) e Difenconazol (125 g L ⁻¹)	0,5	500
Azoxistrobina (200 g L ⁻¹) e Cicopronazol (80 g L ⁻¹)	0,75	500
Hidróxido de cobre (537,44 g L ⁻¹)	3,0	500
Azoxistrobina (280 g L ⁻¹)	2,0	500
Abamectina (18 g L ⁻¹)	0,4	500
Abamectina (18 g L ⁻¹) e Clorantroniliprole (45 g L ⁻¹)	1,0	500
Abamectina (18 g L ⁻¹)	0,5	500
Propargito (720 g L ⁻¹)	1,0	500
Ingrediente ativo	Dose (kg ha ⁻¹)	Volume de calda (L ha ⁻¹)
Fertilizante foliar contendo 11% de N e 60% de P ₂ O ₅	25	500
Tiofanato-metílico (700 g kg ⁻¹)	1	500
Fertilizante foliar contendo B, Zn, Cu e Mn	3	500
Fertilizante foliar contendo 17% de B	3	500
Fertilizante foliar contendo 10% de K, 12,3% de S,	2	500
Tiametoxan (250 g kg ⁻¹)	2	500

Tabela 4. Descrição dos tratamentos e intervalo de aplicação para adubação de cobertura *drench* e pulverização

Tratamentos	Periodicidade (Dias)		
	Cobertura	<i>Drench</i>	Pulverização
T1 – Composto (1,7 t ha ⁻¹) + Fertilizante líquido	90	30	20
T2 – Composto (3,4 t ha ⁻¹) + Fertilizante líquido	30	90	30
T3 – Composto (5,7 t ha ⁻¹) + Fertilizante líquido	30	60	15
T4 – Tratamento Convencional	-	-	-

4.2 Parâmetros vegetativos e produtivos

As avaliações de crescimento foram realizadas bimestralmente desde a diferenciação dos tratamentos (janeiro de 2018) a junho de 2019. Para as características altura, diâmetro de copa e diâmetro de caule a medição foi realizada nas seis plantas centrais da parcela. Já para número de ramos plagiotrópicos primários e número de nós por ramo plagiotrópico primário foram avaliadas somente as três plantas centrais de cada parcela. As medições foram realizadas da seguinte forma:

- Altura de planta: medida com uma régua do nível do solo até o ponto de inserção da gema terminal, em centímetro (Figura 2).



Figura 2. Avaliação de altura das plantas de cafeeiros.

- Diâmetro de caule: medido com o auxílio de um paquímetro, a 1 centímetro do nível do solo, medido em milímetro (Figura 3).



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

- Diâmetro de copa: medido com uma régua, tomando-se como padrão de medida os dois ramos no sentido das entrelinhas que apresentaram o maior comprimento, em centímetros (Figura 4).



Figura 4. Avaliação de diâmetro de copa das plantas de cafeeiros.

- Número de pares de ramos plagiotrópicos primários: foram contados os ramos produtivos originados do ramo ortotrópico central (Figura 5).



Figura 5. Avaliação do número de pares de ramos plagiotrópicos primários.

- Número de nós no ramo plagiotrópico primário: foi realizada a contagem de nós em um ramo plagiotrópico selecionado no terço mediano da planta (Figura 6).



Figura 6. Avaliação do número de nós no ramo plagiotrópico primário.

Para o cálculo da taxa de crescimento diário das características altura, diâmetro de caule e diâmetro de copa, foi feita a subtração da avaliação atual pelo mês anterior dividido pelo número de dias entre as duas avaliações. No número de pares de ramos plagiotrópicos

primários e número de nós no ramo plagiotrópico primário multiplicou-se por trinta para que o resultado fosse expresso em taxa mensal.

Em junho de 2019 foi realizada a primeira colheita da área experimental, mediante derriça no pano dos frutos pertencentes às seis plantas da parcela. Realizou-se a colheita quando o percentual de frutos verdes foi inferior à 20%. Após determinação do volume produzido pela parcela, foi retirada uma amostra de 10 L que foi seca em terreiro suspenso. Quando atingida a umidade de 11% foi determinada a massa e o volume do café em coco. Posteriormente, as amostras foram beneficiadas e submetidas à determinação da massa, volume e umidade do grão. A relação do volume inicial dos frutos de café colhido no pano, o volume da amostra de 10 L e a massa da amostra já beneficiada forneceu a produtividade em quilo de cada parcela, que foi extrapolada para sacas ha⁻¹.

Para análise do percentual de frutos nos diferentes estádios de maturação, do volume total de café colhido em cada parcela, foi retirada uma amostra de 0,3 L para separação dos frutos nas categorias chumbinho, verde, verde-cana, cereja, passa e seco.

A classificação em peneiras seguiu as orientações da Instrução Normativa N° 8 de 11 junho de 2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003) onde foi retirada uma amostra de 100 g de café beneficiado de cada parcela, sendo distribuída em um conjunto de peneiras de diferentes diâmetros e formatos de crivo (oblongo e circular). Após esse processo, os grãos retidos em cada peneira foram pesados para posterior determinação do percentual de café chato graúdo (peneiras 19, 18 e 17), chato médio (peneiras 16 e 15), chato miúdo (peneiras 14 e menores), moca graúdo (peneiras 13, 12 e 11), moca médio (peneira 10) e moca miúdo (peneira 9 e menores) (Figura 7).

A avaliação da qualidade de bebida foi realizada seguindo o protocolo da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2008) pelos profissionais da MonteCCer (Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado de Monte Carmelo Ltda).



Figura 7. Pesagem dos grãos retidos nas peneiras.

4.3 Caracterização da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas

Em agosto de 2018, após a colheita, foram realizadas amostragens de solo em cada parcela na profundidade de 0 a 20 cm. Em cada parcela, na projeção da copa do cafeeiro foram retiradas com um trado do tipo holandês, três amostras simples que posteriormente foram homogeneizadas formando uma amostra composta. Após serem secas ao ar, as amostras foram peneiradas em malha de 2 mm, para determinação dos seguintes atributos: pH (Água); P, Na e K (Mehlich-1); S (Fosfato Monobásico de Cálcio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$); Ca, Mg e Al (Cloreto de Potássio $1,0 \text{ mol L}^{-1}$); H+Al (Solução Tampão SMP); Matéria Orgânica (Dicromato de Sódio e Ácido Sulfúrico); B (Cloreto de Bário $1,25 \text{ g L}^{-1}$ a quente); Cu, Fe, Mn e Zn (Solução de DTPA a pH 7,3) (SILVA, 2009).

A amostragem foliar foi realizada em dezembro de 2018, onde foram coletadas folhas do 3° ou 4° par de ramos produtivos, nos quatro quadrantes do terço médio das seis plantas centrais da parcela, totalizando 48 folhas por parcela. Após a coleta as folhas foram lavadas com água deionizada e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingir peso constante (JONES JUNIOR; WOLF; MILLS, 1991). Foram determinados os teores foliares de N (Digestão Sulfúrica); P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn (Digestão Nitro Perclórica), e B (Digestão por via seca) (SILVA, 2009). As análises de solo e folha foram realizadas no Laboratório Brasileiro de Análises Ambientais e Agrícolas – LABRAS.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo software SISVAR (FERREIRA, 2019) após o atendimento das pressuposições de normalidade dos resíduos, homogeneidade de variâncias e aditividade de blocos. Quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, as variáveis foram comparadas pelo Teste LSD ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros vegetativos

Não houve diferença significativa entre os tratamentos de forma isolada e para a interação entre tratamentos e épocas de avaliação para todas as variáveis de crescimento ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. Verificou-se efeito significativo dos sistemas de manejo ao nível de 10% de probabilidade somente para o número de nós por ramo plagiotrópico primário. Já para o fator épocas de avaliação, todas as características de crescimento foram significativas ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de variância para altura (cm), diâmetro de caule (mm), diâmetro de copa (cm), número de pares de ramos plagiotrópicos primários e número de nós por ramo plagiotrópico primário de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM				
		Altura	Diâmetro de caule	Diâmetro de copa	NPRPP	NNRPP
Tratamentos	3	220,44 ^{ns}	16,48 ^{ns}	508,38 ^{ns}	1,78 ^{ns}	1,84 [*]
Bloco	4	173,12 ^{ns}	50,32 ^{ns}	693,36 ^{ns}	8,19 ^{ns}	4,24 ^{**}
<i>Erro 1</i>	12	172,07	17,70	548,51	4,25	0,86
Época	4	4797,30 ^{***}	344,63 ^{***}	7171,53 ^{***}	399,44 ^{***}	20,12 ^{***}
Tratamento*Época	12	7,12 ^{ns}	0,87 ^{ns}	15,35 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,19 ^{ns}
<i>Erro 2</i>	64	10,31	0,93	16,40	1,28	0,24
CV ₁ (%)		12,80	12,84	19,19	18,61	15,94
CV ₂ (%)		3,13	2,94	3,32	10,21	8,45

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

*, ** e ***: significativo a 10%, 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

NPRPP: Número de pares de ramos plagiotrópicos primários; NNRPP: Número de nós por ramo plagiotrópico primário.

O tratamento padrão (com aplicação de produtos fitossanitários e adubação mineral) proporcionou incremento de 0,66 internódio por ramo plagiotrópico de cafeeiro em relação ao tratamento com aplicação de 1,7 t ha⁻¹ do composto orgânico e aplicações mensais do fertilizante líquido via *drench* e a cada 20 dias por meio de pulverizações foliares (Tabela 6). A dose aplicada de nutrientes neste tratamento possivelmente foi insuficiente para atender à demanda do cafeeiro, principalmente na fase produtiva, em função dos frutos constituírem o dreno de maior atividade na planta (LAVIOLA et al., 2007), o que refletiu negativamente na emissão de nós por planta. Vale ressaltar que essa característica apresenta elevada correlação positiva com a produção, conforme constatado na pesquisa de Teixeira et al. (2012).

Tabela 6. Altura (cm), diâmetro de caule (mm), diâmetro de copa (cm), número de pares de ramos plagiotrópicos primários e número de nós no ramo plagiotrópico primário médio de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	Altura	Diâmetro de caule	Diâmetro de copa	NPRPP	NNRPP
T1	103,17 a	32,03 a	118,15 a	11,07 a	5,49 b
T2	101,90 a	33,22 a	124,53 a	11,01 a	5,80 ab
T3	98,83 a	32,15 a	118,31 a	11,44 a	5,78 ab
T4	105,99 a	33,68 a	127,11 a	10,80 a	6,15 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Para o fator épocas de avaliação, houve ajuste do modelo linear para todas as características de crescimento analisadas (Figuras 8 a 11) com coeficiente de determinação acima de 93%, demonstrando a adequabilidade deste modelo para avaliar os parâmetros vegetativos na fase de formação da lavoura cafeeira.

Estimou-se, por meio da inclinação das retas ajustadas, que para cada 100 dias ocorreu um incremento de 14,83 cm na altura das plantas (Figura 8); 3,98 mm no diâmetro de caule (Figura 9); 18,06 cm no diâmetro de copa (Figura 10) e 4,38 pares de ramos plagiotrópicos primários (Figura 11).

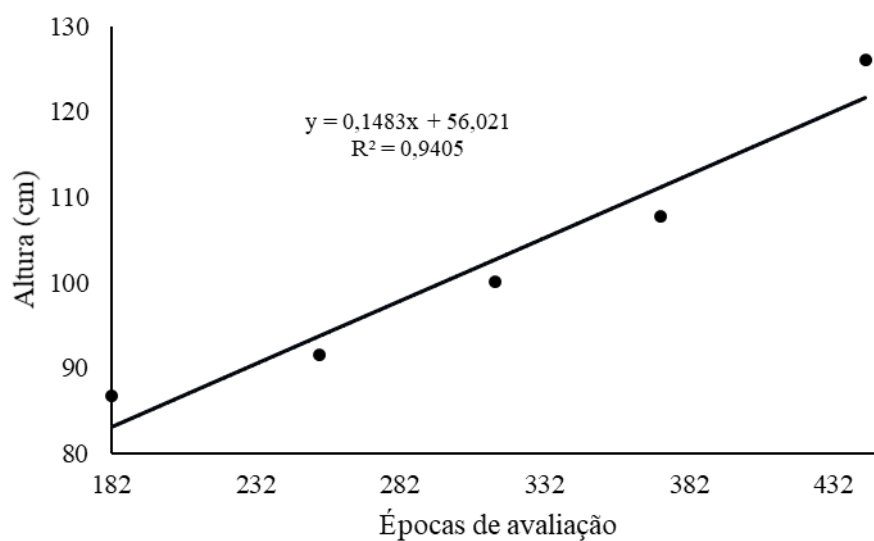


Figura 8. Altura média de cafeeiros no período de julho de 2018 (182 dias após a diferenciação dos tratamentos) a março de 2019 (432 dias após a diferenciação) (Monte Carmelo, Minas Gerais).

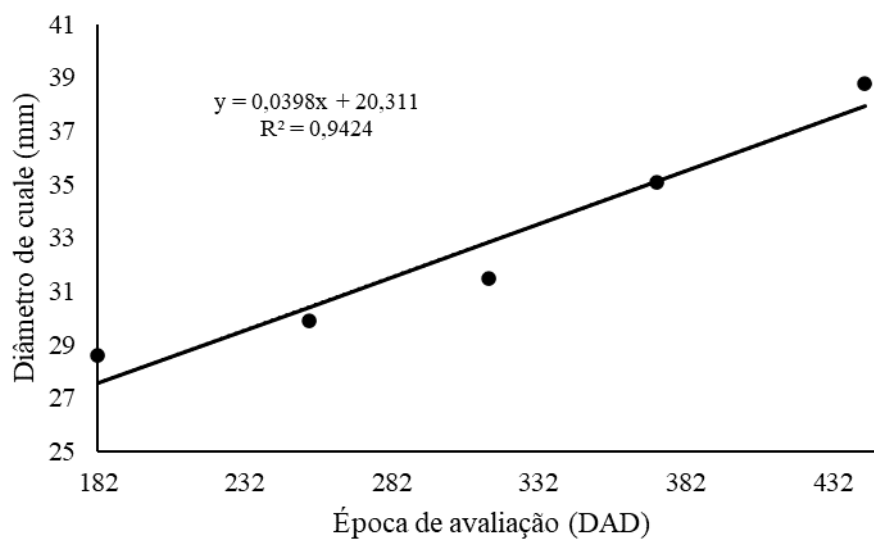


Figura 9. Diâmetro de caule médio de cafeeiros no período de julho de 2018 (182 dias após a diferenciação dos tratamentos) a março de 2019 (432 dias após a diferenciação) (Monte Carmelo, Minas Gerais).

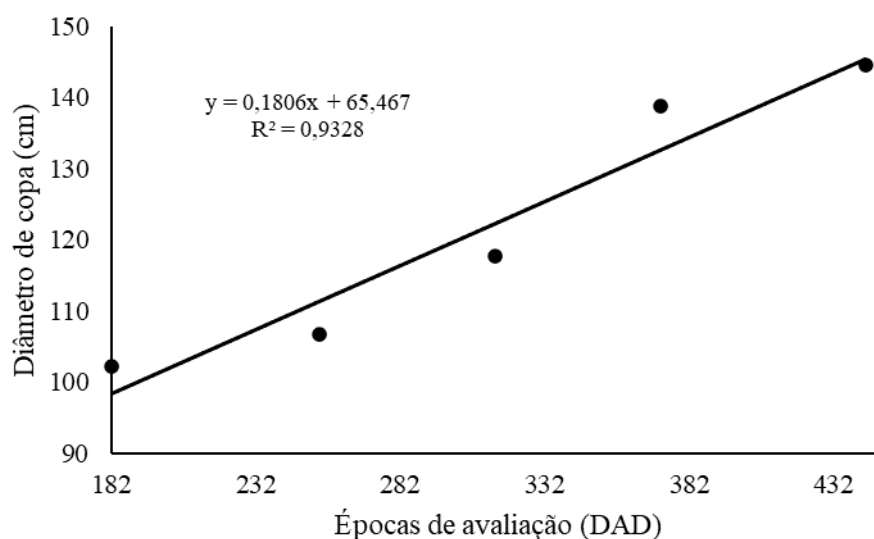


Figura 10. Diâmetro de copa médio de cafeeiros no período de julho de 2018 (182 dias após a diferenciação dos tratamentos) a março de 2019 (432 dias após a diferenciação) (Monte Carmelo, Minas Gerais).

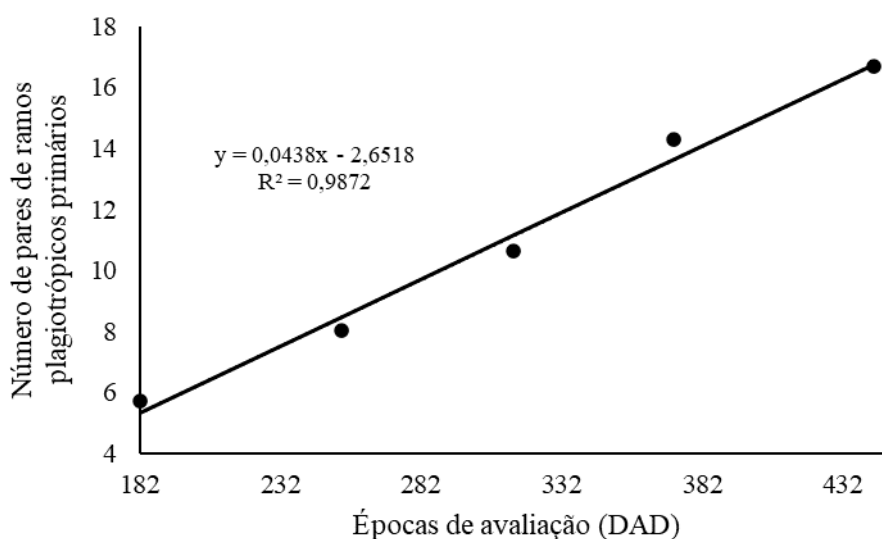


Figura 11. Número de pares de ramos plagiotrópicos primários médio de cafeeiros no período de julho de 2018 (182 dias após a diferenciação dos tratamentos) a março de 2019 (432 dias após a diferenciação) (Monte Carmelo, Minas Gerais).

Vários fatores estão relacionados ao crescimento do cafeeiro. De acordo com Amaral et al. (2007), Amaral, Rena e Amaral (2006), Ferreira et al. (2013) e Covre et al. (2016), o cafeeiro apresenta crescimento com periodicidade sazonal ao longo do ciclo, sendo

influenciada principalmente pelas variações climáticas, regime pluviométrico, frutificação, ciclo de maturação das cultivares, idade dos ramos e estado nutricional e manejo de adubação das plantas.

Para taxa de crescimento, não houve diferença significativa entre os tratamentos de forma isolada e para a interação entre os tratamentos e épocas, referente a todas as variáveis de crescimento. No entanto, para as diferentes épocas, houve diferença significativa ao nível de 10% de probabilidade pelo Teste F (Tabela 7).

Tabela 7. Análise de variância para taxa de crescimento em altura (mm dia^{-1}), diâmetro de caule (mm dia^{-1}), diâmetro de copa (mm dia^{-1}) e número de pares de ramos plagiotrópicos primários (unidade mês^{-1}) de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM			
		Altura	Diâmetro de caule	Diâmetro de copa	NPRPP
Tratamentos	3	0,063 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,27 ^{ns}
Bloco	4	0,33***	0,0003***	0,32 ^{ns}	0,11 ^{ns}
<i>Erro 1</i>	12	0,11	0,0001	0,15	0,20
Época	3	12,76*	0,009*	39,26*	3,79*
Tratamento*Época	9	0,64 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,15 ^{ns}
<i>Erro 2</i>	48	0,49	0,0003	0,78	0,60
CV1 (%)		22,16	27,62	22,04	34,61
CV2 (%)		46,69	45,0	50,83	59,76

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

*, ** e ***: significativo a 10%, 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

As taxas de crescimento em altura e diâmetro de caule foram superiores nos meses de janeiro a março com crescimento de $2,59 \text{ mm dia}^{-1}$ e $0,05 \text{ mm dia}^{-1}$, respectivamente (Tabela 8). O crescimento de ramos plagiotrópicos primários no período de novembro a janeiro foram superiores às demais épocas, com emissão de quase dois pares por mês. Em diâmetro de copa houve crescimento superior nessa mesma época com ganho de $3,69 \text{ mm dia}^{-1}$. O número de nós no ramo plagiotrópico primário foi desconsiderado na avaliação da taxa de crescimento devido a quantidade elevada de quebra e seca dos ponteiros dos ramos na última avaliação causada pela incidência de doenças nos tratamentos com manejo orgânico.

Resultados contrastes foram observados por Dubberstein et al. (2017), os quais constataram maiores taxas de crescimento do cafeeiro em meados de setembro a início de abril, quando ocorre a maior precipitação pluviométrica na Amazônia Sul Ocidental. Por se tratar de regiões com climas distintos e a variação sazonal de crescimento do cafeeiro ser

afetada principalmente pela precipitação e temperatura, se justifica as diferenças observadas nos resultados das pesquisas.

Tabela 8. Taxa de crescimento média em altura (mm dia^{-1}), diâmetro de caule (mm dia^{-1}), diâmetro de copa (mm dia^{-1}) e número de pares de ramos plagiotrópicos primários (unidade mês^{-1}) médio de cafeeiros em função de diferentes épocas do ano na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Época	Médias			
	Altura	Diâmetro de caule	Diâmetro de copa	NPRPP
Jul/Set	0,67 c	0,02 b	0,61 c	0,96 b
Set/Nov	1,39 b	0,03 b	1,81 b	1,29 b
Nov/Jan	1,35 b	0,06 a	3,69 a	1,91 a
Jan/Mar	2,59 a	0,05 a	0,83 c	1,02 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Os maiores índices pluviométricos, associados a altas temperaturas em Monte Carmelo ocorreram nos meses de outubro a março, o que justifica o maior crescimento vegetativo em altura ($2,59 \text{ mm dia}^{-1}$) no período de janeiro a março e diâmetro de caule nos meses de novembro a janeiro (Figura 12).

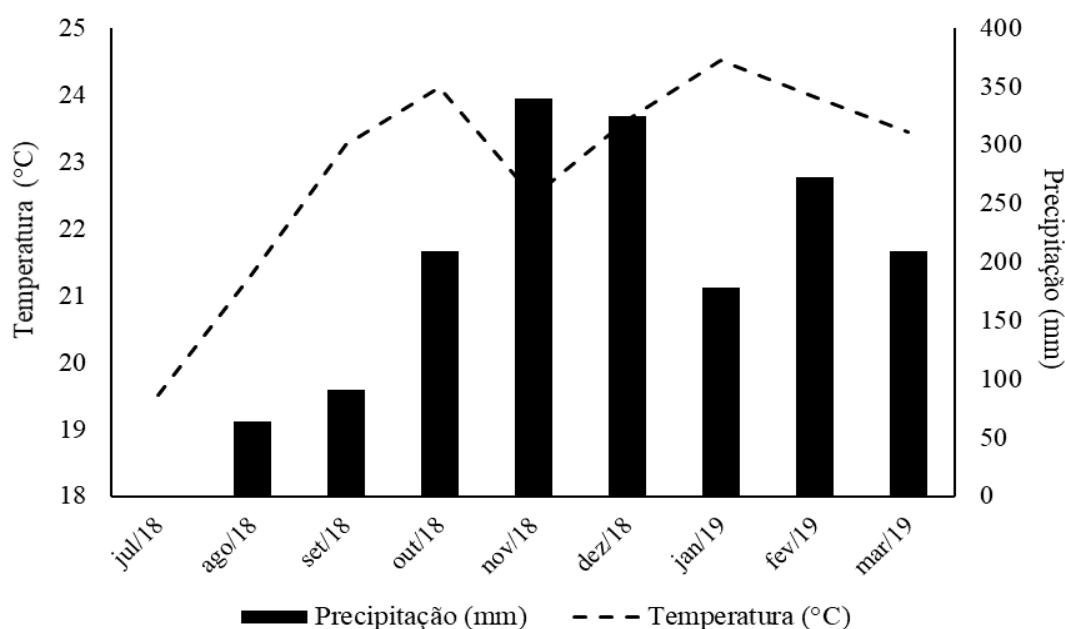


Figura 12. Representação gráfica das variáveis meteorológicas registradas mensalmente de julho de 2018 a março de 2019 obtidos da estação meteorológica do sistema de monitoramento agrometeorológico da Cooxupé (SISMET), no município de Monte Carmelo, Minas Gerais.

5.2 Análise sensorial, produtividade, percentual de grãos retidos em peneiras e percentual de maturação

Verificou-se efeito significativo dos tratamentos para a produtividade de café beneficiado ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 9). Para as variáveis porcentagem de grãos chato e moca e pontuação da bebida de acordo com a metodologia da Associação Americana de Cafés Especiais, não houve efeito significativo dos sistemas de manejo a 5% de probabilidade pelo Teste F (Tabelas 9 e 10). Também não houve diferença significativa entre os tratamentos para os percentuais de frutos no estádio chumbinho, verde, verde cana e cereja, no entanto, para os estádios passa e seco, foi detectada diferença significativa ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente (Tabela 11).

Tabela 9. Análise de variância para pontuação de bebida e produtividade média de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM	
		Pontuação	Produtividade
Tratamento	3	2,85 ^{ns}	87,44*
Bloco	4	3,075 ^{ns}	164,28**
Erro	12	3,14	22,90
CV (%)		2,20	30,48

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Tabela 10. Análise de variância para porcentagem de grãos de café retidos nas peneiras, em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM		
		Chato Graúdo	Chato Médio	Chato Miúdo
Tratamento	3	52,30 ^{ns}	11,99 ^{ns}	19,57 ^{ns}
Bloco	4	50,12 ^{ns}	21,90*	9,47 ^{ns}
Erro	12	29,61	6,56	11,05
CV (%)		15,48	9,21	35,17
FV	GL	Moca Graúdo	Moca Médio	Moca Miúdo
Tratamento	3	32,15 ^{ns}	0,77 ^{ns}	15,88 ^{ns}
Bloco	4	45,24***	3,71 ^{ns}	0,93 ^{ns}
Erro	12	16,87	2,38	10,48
CV (%)		44,19	20,97	29,55

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Tabela 11. Análise de variância para percentual de frutos nos estádios chumbinho, verde, verde cana, cereja, passa e seco de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM					
		Chumbinho	Verde	Verde Cana	Cereja	Passa	Seco
Tratamento	3	0,31 ^{ns}	3,39 ^{ns}	4,02 ^{ns}	14,67 ^{ns}	227,62 ^{**}	258,12 ^{***}
Bloco	4	0,34 ^{ns}	15,17 ^{**}	12,77 ^{ns}	834,27 [*]	272,33 [*]	1809,20 [*]
Erro	12	0,21	4,43	5,96	13,31	38,84	97,22
CV (%)		236,78	50,19	94,15	29,37	22,65	18,58

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

*, ** e ***: significativo a 10%, 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

O tratamento referente ao manejo convencional, com aplicação de produtos fitossanitários e adubação mineral, proporcionou um acréscimo de 8,4 sacas ha⁻¹ (Tabela 12) em relação aos tratamentos 2 e 3 (adubação orgânica sem aplicação de produtos fitossanitários). Considerando o preço médio da saca do café arábica tipo 6, bebida dura, no período de 23 de abril de 2020 a 23 de abril de 2021 a R\$ 595,02 (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA, 2021), esse incremento de produção geraria um aumento na receita para o produtor de R\$ 4.998,16 ha⁻¹. Possivelmente a adubação utilizada nos tratamentos com composto orgânico e fertilizante líquido não foi adequada para o primeiro ano de produção da lavoura cafeeira. Além disso, a forte pressão de pragas (bicho-mineiro-do-cafeeiro) e doenças (cercosporiose) na área experimental pode ter ocasionado redução na produção para os tratamentos T1, T2 e T3 onde não foi realizada a aplicação de produtos fitossanitários.

O processo de conversão do sistema convencional para orgânico em lavouras cafeeiras durante os dois primeiros anos pode promover um desequilíbrio nutricional nas plantas e refletir negativamente na produtividade (ASSIS; ROMEIRO, 2004). Neste contexto, Malta et al. (2007) verificaram que a aplicação somente de adubo orgânico não foi suficiente para suprir as necessidades do cafeeiro, refletindo em menor produtividade no segundo ano de conversão da lavoura em relação ao manejo convencional. A sustentabilidade com a agricultura orgânica é alcançada somente após alguns anos de adoção dos princípios deste sistema de manejo (DAROLT, 2000).

Na análise sensorial realizada em laboratório, não foi detectada diferença significativa para pontuação de bebida entre os tratamentos com manejo orgânico e convencional.

Apesar da não significância entre os sistemas de manejo para a análise sensorial da bebida, verifica-se que todos os tratamentos em que foi realizada a aplicação de composto

orgânico, sem aplicação de produtos fitossanitários, alcançaram padrão de bebida especial (acima de 80 pontos de acordo com a *Specialty Coffee Association of America*), enquanto no manejo convencional a média de pontuação de bebida foi de 79,6 pontos, enquadrando-se abaixo da qualidade *speciality* (Tabela 12).

Tabela 12. Pontuação de bebida e produtividade média de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	Médias	
	Pontuação de bebida	Produtividade (sc ha ⁻¹)
T1	81,2 a	16,96 ab
T2	80,6 a	13,73 b
T3	81,2 a	11,23 b
T4	79,6 a	20,89 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Resultados semelhantes foram obtidos por Malta et al. (2008b), os quais verificaram superioridade das bebidas de café com a utilização do esterco bovino isoladamente ou associado com a casca do café e adubação verde em lavoura cafeeira no segundo ano de conversão em relação ao manejo convencional, principalmente nos atributos doçura, corpo e gosto remanescente.

Com relação à porcentagem de grãos retidos nas peneiras de crivo circular e oblongo, não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade. Apesar disso, o Teste LSD detectou diferenças para a variável porcentagem de grãos moca graúdo, sendo que a aplicação de 3,4 t ha⁻¹ de composto orgânico, adicionado de aplicações via *drench* e pulverizações foliares do fertilizante líquido, proporcionou um acréscimo de grãos retidos na peneira 10/64 avos de polegada de crivo oblongo em relação ao tratamento em que foi utilizada metade da dose do composto (1,7 t ha⁻¹) (Tabela 13).

Tabela 13. Porcentagem média de grãos de café retidos nas peneiras, em cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	Chato graúdo	Chato médio	Chato miúdo
T1	31,34 a	30,06 a	11,60 a
T2	36,87 a	26,77 a	7,17 a
T3	33,74 a	27,63 a	10,51 a
T4	38,60 a	26,79 a	8,54 a
Tratamento	Moca graúdo	Moca médio	Moca miúdo
T1	7,31 b	6,97 a	12,72 a
T2	13,0 a	7,36 a	8,83 a
T3	8,14 ab	7,89 a	12,09 a
T4	8,72 ab	7,18 a	10,17 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Os tratamentos não se diferenciaram significativamente para as porcentagens de frutos nos estádios chumbinho, verde, verde cana e cereja pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, o tratamento 4 apresentou a maior porcentagem de frutos no estádio passa (37,23%) e o menor percentual de frutos secos em relação aos demais manejos pelo Teste LSD ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 14).

Tabela 14. Porcentagem média de frutos nos estádios chumbinho, verde, verde cana, cereja, passa e seco de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	Chumbinho	Verde	Verde Cana	Cereja	Passa	Seco
T1	0,26 a	3,02 a	1,32 a	10,22 a	26,28 b	58,90 a
T2	0,0 a	4,76 a	2,62 a	14,40 a	21,74 b	56,48 a
T3	0,52 a	4,76 a	3,07 a	12,58 a	24,82 b	54,25 ab
T4	0,0 a	4,24 a	3,35 a	12,50 a	37,23 a	42,68 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

A porcentagem elevada de frutos secos nos tratamentos 1 e 2 (adubação orgânica sem aplicação de produtos fitossanitários), demonstra que a adubação orgânica no cafeeiro causa precocidade na maturação dos frutos em relação a manejo convencional utilizando produtos fitossanitários. Este fato possivelmente está relacionado à desfolha ocorrida nos cafeeiros em que não foi realizada a aplicação de produtos fitossanitários, o que proporcionou maior entrada de luz no dossel da planta e conseqüentemente aceleração da maturação dos frutos.

5.3 Análise de solo

Na análise de solo não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para os atributos químicos avaliados, com exceção do potássio, pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade (Tabelas 15, 16 e 17).

Tabela 15. Análise de variância para pH, matéria orgânica, saturação por bases e CTC efetiva em solo em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM			
		pH H ₂ O	M.O	V	t
Tratamento	3	0,04 ^{ns}	0,01 ^{ns}	36,98 ^{ns}	4,34 ^{ns}
Bloco	4	0,74**	0,16**	379,70**	11,62 ^{ns}
<i>Erro</i>	12	0,09	0,03	61,90	5,76
CV (%)		5,03	4,52	10,68	26,71

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Tabela 16. Análise de variância para fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio em solo em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM				
		P meh.	K ⁺	S-SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Tratamento	3	32395,63 ^{ns}	7853,93*	4540,47 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Bloco	4	18153,78 ^{ns}	8515,95*	32329,33 ^{ns}	8,55 ^{ns}	0,24**
<i>Erro</i>	12	18855,96	1977,85	17542,76	5,19	0,03
CV (%)		89,98	20,99	105,87	31,34	15,05

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Tabela 17. Análise de variância para boro, cobre, ferro, manganês e zinco em solo em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	3	0,36 ^{ns}	0,48 ^{ns}	40,45 ^{ns}	3,31 ^{ns}	2,62 ^{ns}
Bloco	4	0,13 ^{ns}	1,48**	41,18 ^{ns}	5,0 ^{ns}	1,57 ^{ns}
<i>Erro</i>	12	0,13	0,24	33,58	5,80	4,00
CV (%)		45,16	14,06	23,70	31,37	45,61

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa para os teores médios de pH, matéria orgânica, saturação por bases e CTC efetiva pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 18). Os valores de pH (5,5 a 6,5), em todos os tratamentos foram satisfatórios, se enquadrando na faixa ideal para cultivo de cafeeiro. A matéria orgânica (M.O) obteve respostas semelhantes estatisticamente em todos os tratamentos avaliados e se enquadraram nos níveis ideais recomendados para o cafeeiro (2,1 - 4,5 dag kg⁻¹) (GUIMARÃES et al., 1999).

Segundo Rasmussen e Collins (1991) e Siqueira e Franco (1988), a semelhança dos valores encontrados no sistema convencional e no orgânico está relacionada ao curto período de alteração entre os sistemas de manejos. A resposta da implantação de um sistema orgânico acontece a longo prazo porque o carbono presente nos resíduos orgânicos está na sua forma lábil, demorando até 10 anos para se transformar em matéria orgânica mais estável e capaz de influenciar nos atributos do solo. O manejo da adubação orgânica deve ser contínuo em determinada área para que as diferenças sejam satisfatórias o suficiente para atender os níveis críticos para o cultivo (THEODORO et al., 2003).

A saturação por bases e a CTC efetiva estiveram dentro dos níveis ideais para a cultura (60 - 80% de V e 4,6 - 8,0 cmol_c dm⁻³ de CTC efetiva) em todos os tratamentos (Tabela 18). Esse mesmo efeito foi detectado por Fernandes et al. (2013) os quais avaliaram a adubação orgânica na substituição pela adubação mineral. Houve aumento da saturação por bases acompanhado da redução da acidez em tratamentos com maiores doses de fertilizantes orgânicos.

Tabela 18. Níveis médios de pH, matéria orgânica, saturação por bases e CTC efetiva em solos de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	pH (H ₂ O)	M.O (dag kg ⁻¹)	V (%)	t (cmol _c dm ⁻³)
T1	5,98 a	3,60 a	72,6 a	8,68 a
T2	6,06 a	3,66 a	74,4 a	8,73 a
T3	6,20 a	3,70 a	77,0 a	10,34 a
T4	6,06 a	3,70 a	70,6 a	8,20 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Houve diferença significativa pelo Teste LSD ao nível de 5% de probabilidade para os teores de potássio e magnésio no tratamento 3 (manejo orgânico) (Tabela 19). No entanto, os níveis foram classificados como ideais em todos os tratamentos (>80 mg dm⁻³ para K e 0,9 - 1,5 cmol_c dm⁻³ para Mg). Os níveis de cálcio no solo estavam muito bons, com valores acima

da faixa bom para a cultura (2,4 - 4,0 cmol_c dm⁻³), em todos os tratamentos (GUIMARÃES et al., 1999). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o teor de fósforo.

Tabela 19. Níveis médios de fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio em solo de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	P meh.	K ⁺	S-SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺
	(mg dm ⁻³)			(cmol _c dm ⁻³)	
T1	130,76 a	198,20 b	141,2 a	7,08 a	1,11 b
T2	115,48 a	188,40 b	150,4 a	7,16 a	1,11 b
T3	271,10 a	271,00 a	126,4 a	8,28 a	1,37 a
T4	93,10 a	190,00 b	82,4 a	6,54 a	1,17 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Em todos os tratamentos, verificou-se que os níveis de fósforo se enquadraram em muito bom (> 13,5 mg dm⁻³), de acordo com as recomendações para esse nutriente na adubação de cafeeiros em produção (GUIMARÃES et al., 1999).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os micronutrientes cobre, ferro, manganês e zinco ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F. O boro foi o único micronutriente a apresentar diferença significativa, com níveis superiores no tratamento 4 (padrão da fazenda) (1,19 mg dm⁻³) em relação aos tratamentos 2 e 3, os quais também apresentaram teores considerados altos (>0,6 mg dm⁻³) deste nutriente (Tabela 20) (GUIMARÃES et al., 1999).

Tabela 20. Níveis médios de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em solo de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(mg dm ⁻³)				
T1	0,72 ab	3,26 a	26,6 a	7,00 a	4,66 a
T2	0,59 b	3,24 a	24,0 a	7,38 a	3,88 a
T3	0,67 b	3,68 a	26,6 a	7,48 a	5,28 a
T4	1,19 a	3,86 a	20,6 a	8,86 a	3,72 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Os teores de micronutrientes em solo de cafeeiros cultivados com manejo orgânico vem apresentando resultados satisfatórios. Nesse contexto, Fernandes et al. (2013), verificaram aumentos significativos nos teores de boro, cobre, zinco e manganês em tratamentos com aplicações acima de 10,0 t ha⁻¹ de esterco de galinha.

Os cultivos em sistema de mata nativa também proporcionam aumento nos níveis de micronutrientes do solo devido ao acúmulo de matéria orgânica, sendo constatada elevação dos teores de zinco, ferro, manganês e boro em tratamento com mata nativa comparado ao manejo convencional (CARMO et al., 2012).

5.4 Análise foliar

Houve diferença significativa para os teores foliares de magnésio e ferro em função dos sistemas de manejo adotados na lavoura cafeeira ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F (Tabelas 21 e 22).

Tabela 21. Análise de variância para macronutrientes de folha de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	3	0,14 ^{ns}	0,04 ^{ns}	4,85 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,20*	0,01 ^{ns}
Bloco	4	0,79 ^{ns}	0,04 ^{ns}	7,46 ^{ns}	7,1**	0,18*	0,08 ^{ns}
<i>Erro</i>	12	0,86	0,05	3,66	0,74	0,04	0,04
CV (%)		3,53	13,90	8,22	7,58	8,61	9,89

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Tabela 22. Análise de variância para micronutrientes de folha de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

FV	GL	QM				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	3	33,65 ^{ns}	6,73 ^{ns}	2189,2*	1341,73 ^{ns}	34,47 ^{ns}
Bloco	4	166,68**	2,8 ^{ns}	2258,33*	12886,25**	19,95 ^{ns}
<i>Erro</i>	12	26,78	4,73	471,49	460,98	11,55
CV (%)		8,14	11,04	14,63	27,88	30,62

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

* e **: significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste de F.

FV: Fonte de Variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos com manejo orgânico e o manejo convencional para nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre nos teores foliares. Com exceção do nitrogênio, os níveis de fósforo, potássio e enxofre estavam na faixa ideal em

todos os tratamentos. Esses resultados demonstram que os intervalos de pulverização e as doses aplicadas nos tratamentos com manejo orgânico e convencional atenderam às exigências nutricionais da cultura (Tabela 23).

Tabela 23. Níveis de macronutrientes médio de folhas de cafeeiros em função de sistemas de manejo na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	26,20 a	1,54 a	22,00 a	10,66 b	2,32 ab	1,92 a
T2	26,18 a	1,62 a	23,16 a	12,00 a	2,56 a	2,00 a
T3	26,02 a	1,68 a	24,38 a	10,94 ab	2,26 b	2,02 a
T4	26,42 a	1,48 a	23,50 a	11,74 ab	2,08 b	1,96 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

Resultados semelhantes foram observados por Fernandes et al. (2013), os quais verificaram que não houve diferença significativa entre as diferentes doses de esterco de galinha para os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, indicando a eficiência do manejo orgânico na suplementação foliar do cafeeiro.

Os teores foliares de cálcio (12,0 g kg⁻¹) foram superiores no tratamento 2 (manejo orgânico) em relação ao tratamento 1. Já o teor de magnésio (2,56 g kg⁻¹) foi superior no tratamento 2 em relação aos tratamentos 3 e 4. No entanto, somente o cálcio atendeu aos níveis ideais para a cultura (10,0 - 13,0 g kg⁻¹), até mesmo nos outros tratamentos, enquanto o magnésio não obteve níveis adequados (3,1 - 4,5 g kg⁻¹) em nenhum tratamento (GUIMARÃES et al., 1999). A periodicidade de aplicação do tratamento 2, que foi de 30 dias para a pulverização, foi suficiente para fornecer os teores foliares ideais de cálcio para a cultura (Tabela 23).

Os micronutrientes boro e cobre não se diferenciaram significativamente ao nível de 5% de probabilidade, enquanto o ferro foi estatisticamente superior nos tratamentos com manejo orgânico. Houve diferença para o manganês no tratamento 4 e zinco no tratamento 3 pelo Teste LSD ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 24).

Segundo a recomendação de Guimarães et al. (1999), os teores foliares de boro, ferro e manganês foram satisfatórios em todos os tratamentos avaliados. As médias de micronutrientes mostraram que os valores de ferro foram superiores em todos os tratamentos com manejo orgânico, se diferenciando estatisticamente apenas do tratamento convencional. Os teores de manganês foram superiores no tratamento padrão, em relação aos tratamentos 1 e 3 (manejo orgânico). O tratamento 2 (manejo orgânico) (8,6 mg kg⁻¹) não forneceu os níveis

ideais de zinco, enquanto os demais tratamentos estavam na faixa adequada (10 – 20 mg kg⁻¹) (Tabela 24).

Em trabalho conduzido por Araújo et al. (2007), o aumento nas doses de fertilizante composto, proporcionou elevação dos teores de N, K e Mg e diminuição de P, Ca, B, Cu, Fe e Mn.

Tabela 24. Níveis de micronutrientes médio de folhas de cafeeiros em função do uso de adubação orgânica e convencional na região de Monte Carmelo, Minas Gerais

Tratamento	Micronutrientes (mg kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	60,2 a	21,4 a	170,0 a	61,0 b	10,4 ab
T2	65,6 a	19,2 a	150,4 a	78,2 ab	8,6 b
T3	65,6 a	19,4 a	153,4 a	69,6 b	14,8 a
T4	62,8 a	18,8 a	119,8 b	99,2 a	10,6 ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo Teste LSD ao nível de 5% de significância.

A suplementação via composto, *drench* e pulverizações quinzenais não surtiram efeito na nutrição do cafeeiro, não sendo justificado, portanto, intervalos curtos de aplicações de adubos para o fornecimento dos macronutrientes cálcio, potássio e magnésio. Apesar da menor produtividade na primeira safra da lavoura, o manejo com adubação orgânica e ausência de produtos fitossanitários pode ser uma alternativa ao convencional, atualmente utilizado em lavouras cafeeiras, pois atendeu às exigências nutricionais da cultura e não comprometeu o desenvolvimento das plantas. Por se tratar de uma cultura perene, é necessário estudar o comportamento vegetativo e produtivo do cafeeiro por várias safras, relacionando os custos de produção entre os dois métodos de manejo para que se tenha resultados mais conclusivos.

6 CONCLUSÕES

O manejo convencional proporcionou incremento no número de internódios no ramo plagiotrópico do cafeeiro e na produtividade da primeira safra da lavoura.

Os sistemas de manejo não influenciaram o formato e tamanho dos grãos de café.

O uso da adubação orgânica e ausência de aplicação de produtos fitossanitários proporcionou a obtenção de cafés especiais.

Cafeeiros que receberam adubação orgânica apresentaram aceleração no processo de maturação dos frutos.

O manejo com adubação orgânica apresentou eficiência por manter em níveis satisfatórios os teores de pH, matéria orgânica, saturação por bases, CTC efetiva, fósforo, enxofre, cálcio, cobre, ferro, manganês e zinco no solo.

Os teores foliares de fósforo, potássio, enxofre, boro e cobre foram satisfatórios para a cultura e não diferiram entre os sistemas de manejo adotados na lavoura.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. A. T. et al. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros conilon propagados por estacas em tubetes. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1624-1629, nov./dez. 2007.
- AMARAL, J. A. T.; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T. do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e sua relação com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.377-384, mar. 2006.
- ARAGÃO, O. O. S., et al. Microbiological indicators of soil quality are related to greater coffee yield in the Brazilian Cerrado region. **Journal ScienceDirect**. v. 113, jun. 2020.
- ARAÚJO, J. B. S., et al. Composto orgânico e biofertilizante na nutrição do cafeeiro em formação no sistema orgânico: Teores foliares. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 20-28, jan./jun. 2007.
- ARAÚJO, J. B. S. et al. Composto orgânico e biofertilizante “Supermagro” na formação de cafeeiros. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 115-123, jul./dez. 2008.
- ARAÚJO, J. B. S. et al. Produtividade de café arábica em função de doses de composto orgânico. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais...Salvador, BA**, nov. 2013.
- ASSIS, R. L.; ROMEIRO, A. R. Análise do processo de conversão de sistemas de produção de café convencional para orgânico: um estudo de caso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 143-168, jan./abr. 2004.
- ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTURA ORGÂNICA – AAO. **O que é agricultura orgânica?** Disponível em: <<http://aao.org.br/aao/agricultura-organica.php>>. Acesso em: 01/11/2018.
- CARMO, D. L. et al. Micronutrientes em solo e folha de cafeeiro sob sistema agroflorestal no sul de minas gerais. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 76-83, jan./abr. 2012.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA.

Indicador do café arábica. Disponível em:

<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/cafe.aspx>>. Acesso em 23 abr. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café.** v.5 – Safra 2020, n.6 – Quarto levantamento, Brasília, p. 1-44, mar. 2021. Disponível em

<https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/34932_f1feea7816de1bd2f9528cac2d9a19b1>. Acesso em 21 mar. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café.** v.8 – Safra 2021, n.1 – Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-71, mar. 2021. Disponível em

<https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/35523_38fae3bc88d9b5f875d991b8be1490da>. Acesso em 21 mar. 2021

COVRE, A. M. et al. Vegetative growth of Conilon coffee plants under two water conditions in the Atlantic region of Bahia State, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 4, p. 535, 2016.

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR.** 2000. 310 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

DIAS, M. M.; MACIEL, A. L. R.; ANUNCIÇÃO, G. C. F. Avaliação de fertilidade do solo cultivado com cafeeiro cv. Rubi em consórcio com leguminosas na região do Sul de Minas Gerais. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, **Anais...Araxá**, 2011.

DUBBERSTEIN, D. et al. Influência da adubação no crescimento vegetativo na Amazônia sul ocidental. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 197 - 206, abr./jun. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (2017). **Manual de métodos de análise de solo. 3ª edição revisada e ampliada.** Editores Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. Brasília, Distrito Federal: Embrapa Informação Tecnológica. 573p.

FEDERAÇÃO DOS CAFEICULTORES DO CERRADO. Região do Cerrado Mineiro:

Denominação de origem. Disponível em:

<<https://www.cerradomineiro.org/index.php?pg=denominacaodeorigem#group3>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

FERNANDES, A. L. T. et al. Adubação orgânica do cafeeiro, com uso do esterco de galinha, em substituição à adubação mineral. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 486-499 out./dez. 2013.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>.

Acesso em: 10 fev. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

- FERREIRA, E. P. B. et al. Crescimento vegetativo de *Coffea arabica* L. influenciado por irrigação e fatores climáticos no Cerrado Goiano. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3235-3244, 2013.
- FIDALSKI, J.; CHAVES, J. C. D. Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) IAPAR-59 à aplicação superficial de resíduos orgânicos em um latossolo vermelho distrófico típico. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 75-86, jan./abril. 2010.
- FIGUEIREDO, L. H., MIRANDA, G. R. B., VILELLA, P. M. F. Uso de biofertilizante associado a diferentes formas de plantio no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 4, p. 463-470, out./dez. 2017.
- GIOMO, G. S.; PEREIRA, S. P.; BLISKA, F. M. M. Panorama da cafeicultura orgânica e perspectivas para o setor. **O Agrônomo**, v. 59, p. 33-36, 2007.
- GUIMARÃES, G. P. et al. Soil aggregation and organic carbon of Oxisols under coffee in agroforestry systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 1, p. 278-287, 2014.
- GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ-VENEGAS, V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. p. 289-302.
- JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro Macro, 1991. 213 p.
- KORNDÖRFER, G. H. ADUBAÇÃO ORGÂNICA. In: KORNDÖRFER, Gaspar Henrique. **Corretivos de acidez: apostila**. Uberlândia, 2001. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Adubacao_organica_todos_os_residuosID-zK5PfRf3wp.pdf. Acesso em: 28 abr. 2019.
- LAMMEL, D. R. et al. Microbiological and faunal soil attributes of coffee cultivation under different management systems in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 75, n. 4, p. 894-905, nov. 2015.
- LAVIOLA, B. G. et al. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, nov. 2007.
- MALTA, M. R. et al. Produtividade de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) em conversão para o sistema orgânico de produção. **Revista Coffee Science**, Lavras v. 2, n. 2, p. 183-191, jul./dez. 2007.
- MALTA, M. R. et al. Caracterização de lavouras cafeeiras cultivadas sob o sistema orgânico no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1402-1407, set./out., 2008a.
- MALTA, M. R. et al. Qualidade Sensorial do Café de lavouras em conversão para o sistema de produção orgânico. **Revista Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.775-783, 2008b.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de Café no Brasil**: manual de recomendações. ed. 2015. 585 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Instrução Normativa N° 8 de 11 de junho de 2003: **Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para Classificação do Café Beneficiado Grão Cru**. Brasília: Brasil, 2003. p. 11.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manual de métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos**, Secretaria de Defesa Agropecuária - Brasília, DF, 2017, 240p.

NICOLELI, M.; MOLLER, H. D. Análise da competitividade dos custos do café orgânico sombreado irrigado. **Custos e @gronegocio online**, v. 2, n. 1 - p. 29-44, jan/jun. 2006.

PARTELLI, F. L. et al. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with diferente ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 214-222, 2014.

RASMUSSEN, P.E.; COLLINS, H.P. Long-term impacts of tillage, fertilizer and crop residue on soil organic matter in temperate semiarid regions. **Advances in Agronomy**, v. 45, p. 93-134, 1991.

SANTOS, J. B. et al. Soil macrofauna in organic and conventional coffee plantations in Brazil. **Biota Neotropica Journal**, Campinas, v. 18, n. 2, 2018.

SERRANO, L. A. L.; SILVA, V. M.; FORMENTINI, E. A. Uso de compostos orgânicos no plantio do cafeeiro Conilon. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.1, p. 100-107, jan./fev., 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotechnologia do solo**: fundamentos e perspectivas. Lavras. Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1988. 235p.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. (2008, dezembro). Cupping Protocols. Retrieved 30 from march, 2020, from http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCAA_CuppingProtocols_TSC_DocV_RevDec08_Portuguese.pdf

TEIXEIRA, A. L. et al. Seleção precoce para produção de grãos em café arábica pela avaliação de caracteres morfológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.8, p.1110-1117, ago. 2012.

THEODORO, V. C. A. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1039-1047. 2003.

TRANI, P. E. et al. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, SP, fev. 2013.

VILELA, E. F., et. al. Crescimento inicial de cafeeiros e fertilidade do solo adubado com mucuna, amendoim forrageiro ou sulfato de amônio. **Revista Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 27-35, jan./abr. 2011.