

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS - CAMPUS BAMBUÍ  
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CARLOS AUGUSTO FERNANDES DE MELO**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DO CAFEEIRO  
SUBMETIDAS A DOSES DO FERTILIZANTE CPMAG**

**BambuÍ**  
**Julho de 2025**

**CARLOS AUGUSTO FERNANDES DE MELO**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DO CAFEIRO  
SUBMETIDAS A DOSES DO FERTILIZANTE CPMAG**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Bacharelado em  
Agronomia do IFMG – Campus Bambuí como  
requisito parcial para obtenção do título de  
Bacharel.

Orientador: Cássio Roberto Silva Noronha

Coorientador: Matheus Majela de Jesus Silva

**Bambuí**

**Julho de 2025**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**

**Campus Bambuí**  
**Diretoria de Ensino**

**Departamento de Ciências Agrárias**

Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**CARLOS AUGUSTO FERNANDES DE MELO**

**"DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DO CAFEIRO SUBMETIDAS A DOSES DO FERTILIZANTE CPMAG"**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus Bambuí*, como parte dos requisitos para a obtenção do título de AGRÔNOMO.

Aprovado(a) em 29 de julho de 2025, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cássio Roberto Silva Noronha - IFMG *Campus Bambuí* - Orientador(a)

Ms. Matheus Majela de Jesus Silva - Coorientador(a)

Prof. Dr. Fábio Pereria Dias - IFMG *Campus Bambuí*

Ms. Victor Afonso Reis Gonçalves - AGROCP

**Bambuí - MG**

BambuÍ, 25 de março de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Cassio Roberto Silva Noronha, Professor**, em 30/07/2025, às 09:12, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Matheus Majela de Jesus Silva, Usuário Externo**, em 31/07/2025, às 13:42, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Fabio Pereira Dias, Professor**, em 31/07/2025, às 14:28, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Victor Afonso Reis Gonçalves, Usuário Externo**, em 31/07/2025, às 16:47, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2242451** e o código CRC **6F77F785**.

23209.003947/2024-17

2242451v1

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

M528d Melo, Carlos Augusto Fernandes de.  
Desenvolvimento de mudas do cafeeiro submetidas a doses do fertilizante CPMAG. / Carlos Augusto Fernandes de Melo. – 2025.  
59 f.; il.: color.

Orientador: Cássio Roberto Silva Noronha.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Agronomia, 2025.

1. Cultivo de café. 2. Fertilizantes. 3. CPMAG. I. Noronha, Cássio Roberto Silva. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 641.3373

## Resumo

O trabalho avaliou o efeito de diferentes doses do fertilizante CPMAG no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), cultivar Catucaí Amarelo 24/137, conduzidas em casa de vegetação no IFMG – Campus Bambuí, entre dezembro de 2024 e junho de 2025. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos (0 a 500 kg/ha) e sete repetições. Foram analisados parâmetros de crescimento vegetativo (altura, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, número de nós, massa seca de caule, folhas e raízes) e estado nutricional (análises de solo e foliar). Os resultados indicaram que a dose de 200 kg/ha (T3) proporcionou maior massa seca de caule, altura de planta e número de folhas, diferindo significativamente do tratamento de maior dose (T6), que apresentou limitações no crescimento, possivelmente por toxidez de boro. Massa seca de folhas e raízes não apresentou variação significativa entre tratamentos. As análises de solo e foliar confirmaram que o CPMAG aumentou de forma proporcional os teores de magnésio, cálcio, potássio, enxofre e boro, que foram efetivamente absorvidos pelas mudas. Contudo, doses elevadas intensificaram o risco de toxidez, especialmente por excesso de boro. Conclui-se que a aplicação de 200 kg/ha é a mais indicada para a fase inicial de formação de mudas, equilibrando fornecimento nutricional e crescimento vegetativo, sem causar efeitos adversos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, nutrição mineral, magnésio, boro, desenvolvimento vegetativo.

## Abstract

This study evaluated the effect of different doses of the CPMAG fertilizer on the development of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.), cultivar Catucaí Amarelo 24/137, grown in a greenhouse at IFMG – Campus Bambuí, from December 2024 to June 2025. The experiment followed a completely randomized design with six treatments (0 to 500 kg/ha) and seven replications. Growth parameters (plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, number of nodes, dry mass of stem, leaves, and roots) and nutritional status (soil and leaf analyses) were assessed. Results showed that the 200 kg/ha dose (T3) promoted the highest stem dry mass, plant height, and number of leaves, significantly differing from the highest dose (T6), which limited growth, likely due to boron toxicity. Leaf and root dry mass did not vary significantly among treatments. Soil and leaf analyses confirmed that CPMAG proportionally increased magnesium, calcium, potassium, sulfur, and boron contents, which were effectively absorbed by the seedlings. However, higher doses increased the risk of toxicity, especially from excessive boron. It is concluded that 200 kg/ha is the most suitable rate for the initial stage of seedling formation, balancing nutrient supply and vegetative growth without causing adverse effects.

Keywords: *Coffea arabica*, mineral nutrition, magnesium, boron, vegetative growth.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, de todo o meu coração, a Nossa Senhora Aparecida, padroeira e protetora dos agrônomos. Sua luz, proteção e intercessão sempre estiveram presentes em minha trajetória, especialmente nos momentos de dúvida, cansaço e superação. A Ela confiei meus caminhos e agradeço por cada conquista alcançada.

Estendo esta dedicatória também a todas as pessoas que me acompanharam e me apoiaram ao longo desta jornada. A cada palavra de incentivo, gesto de apoio, ensinamento compartilhado, meu mais sincero agradecimento. Sem vocês, este momento não teria o mesmo significado.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, (**Carlos Melo, Fernanda Menezes, Phyllypi Melo, Rhayssa Melo, Matheus Melo, Luzardo Valadão e Jesuína Melo**), em especial duas pessoas incríveis que possibilitaram que este sonho se tornasse real: Meu pai **Carlos Melo** por todo amor e apoio incondicional e a minha irmã **Rhayssa Melo** pela dedicação ao longo dessa caminhada, se fazendo presente mesmo distante. Cada um à sua maneira, foi fundamental para que eu pudesse chegar até aqui, nunca medindo esforços para me ver conquistar mais esse sonho.

Expresso minha profunda gratidão ao **Professor Dr. Cássio Noronha**, meu orientador, que esteve presente desde 2018, sempre disposto a orientar, ouvir e contribuir com sua experiência e sensibilidade. Sua confiança e apoio foram indispensáveis.

Agradeço também ao meu amigo e coorientador **Matheus Majela**, que foi meu verdadeiro estio durante todo este processo. Sua presença constante, conselhos e incentivo foram pilares essenciais para a concretização deste trabalho.

Ao **Victor Afonso**, meu sincero agradecimento pelo apoio incondicional e por ter tornado este projeto possível com sua ajuda e parceria.

Deixo ainda um agradecimento muito especial à minha amiga **Maria Fernanda Teixeira**, que me acompanhou com dedicação, companheirismo e força do início ao fim deste projeto.

Agradeço ainda a todos os amigos que, direta ou indiretamente, fizeram parte dessa jornada. Cada gesto de apoio, palavra de encorajamento e demonstração de amizade teve um valor imensurável e contribuiu significativamente para que eu chegasse até aqui. (**Djully Amorim, Fabiano Alves, Gabriel Nazareth, João Antônio Abreu, Julia Escrivani, Lainy Castro, Luis Otávio Bezerra, Malisson Campos, Pâmela Borges, Rafael Alves, Wendel Alves.**)

“Só vive o propósito quem suportar o processo.”  
“*Pois a tribulação produz perseverança; a perseverança,  
experiência; e a experiência, esperança.*”

**- Romanos 5:3-4**

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1.</b>	<b>A importância da Cafeicultura no Mundo .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2.</b>	<b>A cafeicultura no Brasil .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3.</b>	<b>Ranking brasileiro de produtores de café .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4.</b>	<b>Importância socioeconômica e cultural do café .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5.</b>	<b>Morfologia do café .....</b>	<b>9</b>
<b>3.6.</b>	<b>Fisiologia do Café .....</b>	<b>10</b>
<b>3.7.</b>	<b>Exigências Nutricionais do Café .....</b>	<b>11</b>
<b>3.8.</b>	<b>CPMAG da AgroCP .....</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIAIS E METODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Local do Experimento .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2</b>	<b>Delineamento Experimental .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3</b>	<b>Preparo do Substrato e Plantio das Mudanças .....</b>	<b>15</b>
<b>4.4</b>	<b>Adubação .....</b>	<b>16</b>
<b>4.5</b>	<b>Construção Experimental e Identificação .....</b>	<b>17</b>
<b>4.6</b>	<b>Coleta de Dados .....</b>	<b>18</b>
<b>4.7</b>	<b>Análises Estatísticas .....</b>	<b>19</b>
<b>4.8.</b>	<b>Etapas Finais .....</b>	<b>19</b>
<b>5-</b>	<b>RECURSOS .....</b>	<b>21</b>
<b>5.1</b>	<b>Recursos Humanos .....</b>	<b>21</b>

<b>5.2 Recursos Materiais e Financeiros .....</b>	<b>22</b>
<b>5.3 Cronograma .....</b>	<b>23</b>
<b>6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 - Massa Seca .....</b>	<b>25</b>
<b>6.2 - Biometria .....</b>	<b>25</b>
<b>6.3. Não Paramétricos (Kruskal-Wallis) .....</b>	<b>26</b>
<b>6.4. Estatística Descritiva .....</b>	<b>28</b>
<b>7- CONCLUSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>8- REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Dose em suas proporções: .....	15
<b>Quadro 2</b> – Croqui da distribuição dos vasos .....	18
<b>Quadro 3</b> - Dias das atividades específicas realizadas no experimento .....	18
<b>Quadro 4</b> - Recursos humanos para o desenvolvimento do projeto: .....	21
<b>Quadro 5</b> - Custos do experimento .....	22
<b>Quadro 6</b> - Cronograma de execução .....	23
<b>Quadro 7</b> – Resultados Estatísticos .....	24
<b>Quadro 8</b> – Teste de Kruskal-Wallis para número de folhas .....	27

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Casa de Vegetação, no IFMG Campus Bambuí .....	14
<b>Figura 2:</b> Saco de CPMAG .....	15
<b>Figura 3:</b> Implantação do Experimento. ....	16
<b>Figura 4:</b> Construção Experimental e Identificação .....	17
<b>Figura 5:</b> Etapas finais .....	20
<b>Figura 6 –</b> Análise química do solo, macros nutrientes .....	29
<b>Figura 7 –</b> Análise química do solo, micro nutrientes .....	29
<b>Figura 8 –</b> Análise Foliar .....	30
<b>Figura 9 –</b> Sintomática de fito toxidez por Boro .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café, responsável por cerca de 35% da produção, com destaque para a espécie o *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. A cafeicultura brasileira deve alcançar em 2025 uma produção estimada em 55,7 milhões de sacas beneficiadas. Essa previsão representa um aumento de 2,7% em relação à safra de 2024, mesmo sendo um ciclo de baixa bienalidade se registrando como a maior produção em ano de bienalidade negativa. Em comparação com 2023, também ano de baixa produtividade natural, a expectativa é de um leve crescimento de 1,1%. (CONAB, 2025)

No cenário da espécie arábica, que ocupa aproximadamente 81,7% da área total de cafeicultura no país, espera-se para esta safra um crescimento de 0,9% na área cultivada, totalizando cerca de 1,84 milhão de hectares. Desse total, 1,48 milhão de hectares estão em produção, apresentando uma redução de 1,6% em relação ao ciclo anterior enquanto 356,1 mil hectares encontram-se em formação com crescimento expressivo de 13,2%. Minas Gerais permanece como principal estado produtor de café arábica, concentrando 1,38 milhão de hectares, 75,2% da área nacional destinada à espécie. (CONAB, 2025)

O CPMAG é um fertilizante mineral que fornece magnésio (Mg), cálcio (Ca), potássio (K), enxofre (S) e boro (B), nutrientes fundamentais para o desenvolvimento do cafeeiro. Contém 14% de Mg, que favorece a fotossíntese por compor a clorofila; 7,7% de Ca, essencial para a estrutura celular; 2% de K, que atua na regulação osmótica e na resistência a estresses; 7,1% de S, importante na síntese de aminoácidos e proteínas e 0,5% de boro (B). Esses nutrientes têm funções vitais para a produtividade da cultura (AGROCP - CPMAG - Fertilizante Mineral).

Derivado de minerais naturais, como dolomita e sulfatos, o CPMAG otimiza a disponibilidade dos nutrientes no solo ou substrato. É utilizado na correção de solos deficientes em cálcio e magnésio, como fonte suplementar de potássio e enxofre para culturas exigentes, e na formulação de substratos para viveiros, garantindo nutrição equilibrada das mudas (AGROCP - CPMAG - Fertilizante Mineral). Seu uso potencializa o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas de café, melhora a absorção de outros nutrientes pelo efeito sinérgico dos componentes, corrige desequilíbrios nutricionais, aumenta a produtividade e a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos.

## **2. OBJETIVO**

Este trabalho tem como objetivo geral e específicos avaliar os efeitos do fertilizante CPMAG no desenvolvimento de mudas de café.

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito de doses do produto CPMAG no desenvolvimento de mudas de café, considerando a influência de seus componentes (Mg, Ca, K, S e B) no substrato.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar o crescimento de parte aérea (caule, ramos e folhas) de mudas de café submetidas a doses de CPMAG.
- Mensurar o acúmulo de massa de raiz, caule e folhas de mudas de café submetidas a doses de CPMAG.

### **2.3 Justificativa**

O experimento tem por hipótese o aumento de crescimento e acúmulo de massa de raiz, caule e folhas de mudas de café arábica submetidas a doses de CPMAG aplicadas no sulco de plantio.

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. A importância da Cafeicultura no Mundo**

A cafeicultura ocupa um papel de destaque na economia global, sendo uma das atividades agrícolas mais relevantes no Brasil e no mundo. O café é uma das bebidas mais consumidas no planeta e tem ganhado destaque não apenas pelo consumo tradicional, mas também pelo crescimento de nichos especializados, como o mercado de cafés especiais (REIS *et al.*, 2021). Além de sua importância comercial, a cafeicultura tem forte influência social, envolvendo milhões de pequenos produtores e famílias em países produtores.

No Brasil, a cafeicultura é um dos principais pilares do agronegócio. Estados como Minas Gerais e Espírito Santo têm grande dependência econômica dessa cultura. No Espírito Santo, por exemplo, a produção de café é responsável por cerca de 153 mil empregos diretos e envolve mais de 53 mil famílias, destacando-se como base da economia familiar na região montanhosa do estado (GARCIA, BOREL, & CASTRO, 2019).

A sustentabilidade também tem ganhado espaço na cafeicultura. Inovações como a utilização de cápsulas de café com materiais recicláveis ou compostáveis têm sido adotadas por marcas preocupadas com o impacto ambiental do setor (SILVA, AZEVEDO, & JÚNIOR, 2017). Além disso, práticas agrícolas sustentáveis, como o sombreamento das lavouras de café com árvores nativas, têm demonstrado benefícios ambientais e produtivos, contribuindo para a conservação do solo e aumento da biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Outro fator relevante é o impacto da cafeicultura no desenvolvimento regional. As cooperativas de café desempenham papel fundamental na organização dos produtores e na dinamização econômica de regiões como o Sul de Minas Gerais, onde o café é um motor do desenvolvimento local e regional (TOLEDO, 2019). A cafeicultura é uma atividade essencial não apenas pela sua importância econômica, mas também por seu impacto social, ambiental e tecnológico, sendo um setor estratégico para o desenvolvimento sustentável de várias regiões do mundo.

### 3.2. A cafeicultura no Brasil

O Brasil destaca-se como o principal produtor mundial de café, uma commodity amplamente consumida e presente de forma significativa na rotina diária de milhões de pessoas. Mais do que uma cultura agrícola, o café faz parte da identidade nacional e da história brasileira. Atualmente, ele representa uma verdadeira força econômica e social, principalmente para pequenas e médias propriedades espalhadas por várias regiões (TOLEDO, 2019).

Minas Gerais lidera a produção brasileira de café, sendo conhecido como o "coração do café brasileiro". No Sul de Minas, a cafeicultura vai muito além dos grãos, ela movimenta cooperativas, fortalece comunidades e impulsiona o desenvolvimento regional. As cooperativas locais desempenham um papel fundamental ao oferecer apoio técnico, financeiro e social aos produtores, ajudando-os a obter melhores resultados e garantindo preços mais justos para o café produzido (TOLEDO, 2019).

A cafeicultura brasileira possui um forte vínculo à agricultura familiar. No Espírito Santo, por exemplo, a produção de café, principalmente o arábica, envolve milhares de famílias que vivem nas propriedades e conduzem toda a produção, desde o plantio até a colheita. Por isso, o café é considerado um dos pilares da economia capixaba, gerando empregos e estimulando o comércio local, especialmente nas áreas de montanha (GARCIA, BOREL, & CASTRO, 2019).

Apesar de toda a importância econômica, a cafeicultura brasileira também enfrenta desafios. Entre os mais significativos, estão as questões ambientais e climáticas. O aumento da frequência de secas, como a que afetou o Espírito Santo entre 2014 e 2016, trouxe grandes perdas de produtividade. No entanto, a resposta veio com inovação: o desenvolvimento de novas variedades de café, como a Marilândia ES 8143, que oferece maior resistência à seca e melhor adaptação às condições climáticas adversas, garantindo renda e estabilidade para milhares de produtores (FERRÃO *et al.*, 2018).

Muitos produtores brasileiros têm investido em práticas mais sustentáveis, como o sombreamento das lavouras com árvores nativas, que protege o solo e favorece a biodiversidade, sem comprometer a produtividade (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Essa transição também envolve a busca por cafés especiais, com sabor diferenciado e valor agregado, cada vez mais apreciados pelos brasileiros e por consumidores do mundo todo (REIS *et al.*, 2021).

Discutir a cafeicultura no Brasil implica abordar a tradição, a inovação tecnológica e a ampla cadeia produtiva composta por milhares de profissionais que atuam diariamente na transformação do setor agrícola. O café brasileiro não é apenas um produto de exportação; ele é um símbolo de resiliência, trabalho e paixão de milhares de famílias que dedicam suas vidas a cultivar essa bebida que une culturas e gerações.

### **3.3. Ranking brasileiro de produtores de café**

O Brasil se mantém como o maior produtor mundial de café, e o ranking interno dos estados produtores revela a força dessa atividade no território nacional. Minas Gerais ocupa a liderança absoluta, responsável por mais de 50% da produção de café do país, com destaque para as regiões do Sul de Minas e Cerrado Mineiro. Nessas áreas, a cafeicultura é fortemente ligada à economia regional, gerando emprego e renda (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2020).

O Espírito Santo é o segundo maior estado quando se trata de produção de cafés, sobretudo do *Coffea canephora*. Esse estado é responsável por grande parte da produção desse tipo de café, essencial para blends e cafés solúveis. A cafeicultura capixaba não é apenas importante do ponto de vista econômico, mas também social, envolvendo milhares de pequenos produtores (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2020).

O estado de São Paulo é o terceiro na posição do ranking de produção. A produção paulista, embora menor que a de Minas Gerais e Espírito Santo, se destaca por sua tradição e qualidade. Regiões como Franca, Alta Mogiana e o Cinturão Paulista têm uma longa história na cafeicultura, o que ainda garante relevância no cenário nacional. Bahia, Rondônia e Paraná também figuram entre os principais produtores de café no Brasil. (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2020)

O Paraná, apesar de ter perdido relevância ao longo das décadas, ainda mantém uma produção significativa nas regiões do Norte Pioneiro e Norte Novo. Já a Bahia se destaca nas regiões do Cerrado Baiano e Chapada Diamantina, onde condições climáticas favoráveis e técnicas modernas têm impulsionado a produção de cafés de alta qualidade. Além disso, destaca-se a produção de café robusta em Rondônia, importante polo da variedade no país (GOVERNO DE MINAS GERAIS, 2020).

### **3.4. Importância socioeconômica e cultural do café**

O café tem um papel essencial não apenas na economia, mas também na vida social e cultural de diversas regiões do Brasil e do mundo. No Brasil, o cultivo do café representa uma atividade econômica fundamental, especialmente em estados como Minas Gerais, onde a produção de café movimenta a economia local, gera empregos e fortalece tradições rurais. Além do impacto econômico, práticas sustentáveis como o sombreamento com árvores nativas, têm contribuído para a conservação ambiental e melhorado a produtividade agrícola, mostrando que a cafeicultura pode unir desenvolvimento e responsabilidade social (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O valor cultural e simbólico que é cafeicultura possui é de grande relevância. Desde o século XX, ele é associado à cultura brasileira, tanto como um produto agrícola de destaque quanto como tema de manifestações culturais. Um exemplo disso é a música "Sinfonia do Café", que exaltava a importância do café como símbolo de riqueza econômica e identidade nacional durante o Estado Novo, representando o café como parte do orgulho nacional (VASCONCELOS, 2019).

Em grandes centros, o café também se transformou em símbolo de sociabilidade e estilo de vida. Cafeterias em São Paulo, como o Café Girondino e o Coffee Lab, mostram que esses espaços não servem apenas para o consumo de café, mas também para promover memórias afetivas, encontros sociais e o compartilhamento de experiências culturais. Nesses lugares, o café representa tanto a tradição quanto a modernidade, conectando diferentes gerações e estilos de vida (TEIXEIRA & NUNES, 2016).

Além disso, a cafeicultura exerce influência direta na estruturação econômica e no desenvolvimento socioeconômico das comunidades produtoras. No Sul de Minas Gerais, por exemplo, as cooperativas de produtores de café desempenham um papel essencial na promoção do desenvolvimento regional, unindo aspectos econômicos, sociais e culturais. Essas cooperativas fortalecem o sentimento de pertencimento nas comunidades e incentivam a manutenção de tradições regionais ligadas ao cultivo e ao consumo de café (TOLEDO, 2019).

O café constitui-se como um elemento de integração sociocultural, articulando diferentes tradições e estilos de vida, especialmente em contextos urbanos. Estudo recente mostra como o café tem se tornado um símbolo do estilo de vida contemporâneo,

especialmente nas grandes cidades, onde frequentar cafeterias se tornou uma prática social que expressa identidade, status e pertencimento a determinados grupos sociais (PIRES, 2023).

### **3.5. Morfologia do café**

O café é uma cultura fascinante, além de impactar economia também instiga por suas características morfofisiológicas singulares. O cafeeiro possui um caule principal lenhoso, que pode atingir de 2 a 6 metros de altura, dependendo da variedade e do manejo realizado. O formato da planta varia bastante conforme o espaçamento entre as mudas. Em cultivos mais adensados, por exemplo, as plantas tendem a crescer mais altas e com caules mais finos, uma adaptação natural que permite que elas disputem melhor a luz solar (FRANCO, 2025).

Os ramos do cafeeiro se dividem em dois tipos principais sendo eles, os ortotrópicos, que crescem na vertical e formam o tronco principal, e os plagiotrópicos, que se desenvolvem lateralmente e são responsáveis pela produção de frutos. Ramos bem desenvolvidos garantem uma copa equilibrada e produtiva, essencial para a colheita eficiente e para o equilíbrio fisiológico da planta. Essas estruturas definem o formato da árvore e, conseqüentemente, influenciam diretamente a produção de café (FRANCO, 2025).

Um aspecto crucial refere-se ao sistema radicular, o qual desempenha papel estratégico no desenvolvimento do cafeeiro. Conforme estudos do IAC e da Fundação Procafé, a maior parte das raízes da planta se concentra nos primeiros 40 a 50 centímetros do solo, área onde ela capta a maior parte dos nutrientes e da água. Esse sistema radicular também pode se expandir lateralmente até cerca de 1 metro, variando com o tipo de solo e o manejo realizado (FRANCO, 2025.).

A escolha criteriosa de mudas de alta qualidade está intrinsecamente relacionada à morfologia estrutural da planta. Os manuais técnicos do IAC e do Procafé, desenvolvidos em colaboração com especialistas renomados, como Roberto Santinato, indicam a utilização de mudas jovens que possuam cerca de seis pares de folhas plenamente desenvolvidas e um sistema radicular saudável e bem formado. Essa seleção assegura um crescimento inicial vigoroso do cafeeiro, promovendo o estabelecimento de plantas mais robustas e com maior potencial produtivo futuro (SANTINATO et al., 2018).

O cafeeiro sofreu diversas transformações ao longo dos anos em seu porte e produtividade. Na primeira fase, entre a 2ª e a 5ª safra, a planta apresenta um crescimento

vigoroso, formando uma copa densa e produtiva. Já entre a 6<sup>a</sup> e a 11<sup>a</sup> safra, é necessário um manejo mais cuidadoso, pois a estrutura dos ramos começa a exigir podas para evitar o envelhecimento precoce. Na terceira fase, a partir da 12<sup>a</sup> safra, podas mais drásticas são recomendadas para estimular o rejuvenescimento da planta (SANTINATO *et al.*, 2018).

Outro avanço importante na morfologia do cafeeiro foi alcançado com a embriogênese somática, técnica aplicada pelo IAC e pela Embrapa. Essa tecnologia permite a clonagem de plantas de alto desempenho, resultando em cafeeiros com copas bem estruturadas e sistemas radiculares robustos desde a fase inicial, garantindo uma maior uniformidade nas lavouras e plantas mais resistentes ao estresse ambiental (CARVALHO *et al.*, 2011).

Mudas clonais, obtidas pela técnica de embriogênese somática, apresentam também uma vantagem adicional: raízes mais densas e vigorosas logo no início do desenvolvimento. Isso significa maior absorção de nutrientes e água, além de suporte mais eficiente para a formação da copa, o que se traduz em plantas mais produtivas e com maior longevidade (CARVALHO *et al.*, 2011). Portanto, a morfologia do cafeeiro não é apenas uma questão científica ou botânica. Ela representa o coração da lavoura, conectando o conhecimento técnico com o dia a dia do produtor. Saber como a planta se comporta em cada etapa é garantir colheitas mais abundantes, saudáveis e sustentáveis.

### **3.6. Fisiologia do Café**

A fotossíntese do cafeeiro Arábica, estudada pelo IAC em cultivares como Catuaí e Obatã em condições de CO<sub>2</sub> elevado, apresentou aumento de até 94% na assimilação de carbono, enquanto a taxa de respiração diminuía, evidenciando maior eficiência energética da planta sob circunstâncias de estresse (BATISTA, 2015).

A forma como o cafeeiro distribui suas reservas entre folhas e frutos também caracteriza sua fisiologia. Em altitudes maiores os grãos acumulam amido mais cedo, o que altera a alocação de carboidratos e pode alterar estratégias de manejo em regiões altas (LAVIOLA *et al.*, 2007).

A bienalidade produtiva confere ao cafeeiro, uma planta perene que vegeta e frutifica simultaneamente, uma característica fenotípica marcante: a alternância de safras altas e baixas em ciclos bienais, resultado do esgotamento de reservas nutricionais e energéticas após colheitas intensas. Pesquisas realizadas pela Fundação Procafé apontam que a adoção de

práticas como podas de formação e a adubação equilibrada podem reduzir a intensidade dessa bienalidade, ajudando o produtor a manter níveis de produção mais regulares ao longo do tempo (PEREIRA, *et al.*, 2011).

As plantas podem regular a abertura dos estômatos (estruturas das folhas responsáveis pelas trocas gasosas) para reduzir a perda de água durante períodos de seca (SILVA *et al.*, 2008). No entanto, para que essa regulação não afete o desenvolvimento dos grãos, o uso de irrigação suplementar nos momentos corretos é fundamental. Por isso, a fisiologia da planta é sempre um fator-chave no manejo de irrigação.

Os hormônios vegetais, como auxinas e giberelinas, também têm papel crucial na fisiologia do cafeeiro. De acordo com estudos da Embrapa Café, esses reguladores atuam na diferenciação dos botões florais e no desenvolvimento dos frutos. O uso equilibrado de nutrientes, em especial o boro, o potássio e o cálcio, é essencial para manter o equilíbrio hormonal da planta e garantir a formação adequada dos frutos (SANTINATO *et al.*, 2018).

Por fim, a fisiologia pós-colheita também merece destaque. Estudos realizados pela Embrapa e por universidades brasileiras apontam que os processos de secagem e armazenamento dos grãos afetam diretamente a integridade fisiológica do café. Durante a secagem, a atividade enzimática e a respiração dos grãos continuam por um tempo, influenciando o perfil sensorial final (FERREIRA *et al.*, 2018). O controle cuidadoso da temperatura e da umidade durante essa fase é fundamental para preservar os atributos do café.

A qualidade fisiológica das sementes também é um fator determinante para o sucesso da lavoura. Estudos desenvolvidos pela Embrapa e pela Fundação Procafé demonstraram que sementes com alto vigor fisiológico geram plântulas mais uniformes e com maior capacidade de crescimento inicial (SANTINATO *et al.*, 2018).

As alterações fisiológicas durante a maturação dos frutos também são extremamente importantes. Durante essa fase, ocorre um intenso acúmulo de açúcares e compostos precursores de aroma nos grãos. Pesquisas realizadas pela Embrapa Café mostraram que o clima e o manejo nutricional influenciam diretamente esses processos, o que impacta a qualidade final do café (FERREIRA *et al.*, 2018).

### **3.7. Exigências Nutricionais do Café**

A nutrição mineral exerce um papel fundamental no desenvolvimento saudável do cafeeiro, influenciando diretamente seu crescimento vegetativo, a produtividade e a qualidade final do grão. De acordo com o boletim 243, o cafeeiro apresenta elevada exigência de nutrientes ao longo de todo o ciclo, sendo o equilíbrio nutricional fator determinante para o sucesso da lavoura. Entre os macronutrientes, destacam-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio, elementos que participam ativamente de processos essenciais, como a fotossíntese, a formação de tecidos e a resistência da planta a estresses climáticos. É indispensável garantir o fornecimento adequado de cálcio, magnésio e enxofre, fundamentais para a constituição celular e o equilíbrio fisiológico da planta (FRANCO, 2025.).

Mesmo elementos presentes em menores quantidades, como ferro, zinco, boro, manganês e cobre, exercem funções específicas que, quando negligenciadas, comprometem o vigor do cafeeiro. A ocorrência de deficiências nutricionais costuma manifestar-se primeiramente nas folhas, permitindo ao cafeicultor identificar sintomas típicos de carências e corrigi-los de forma precisa (FRANCO, 2025.).

Para diagnosticar e manejar essas deficiências, o autor recomenda métodos práticos como pulverizações ou injeções foliares de micronutrientes, além de práticas como a análise periódica do solo. Essas estratégias possibilitam ajustes assertivos na adubação, prevenindo não apenas deficiências, mas também o risco de toxicidade causada por aplicações desequilibradas, problema que também é abordado pelo boletim técnico como fator de risco para o cafeeiro.

O planejamento nutricional deve considerar as particularidades de cada região, do tipo de solo e da cultivar utilizada, reforçando a importância de um manejo racional e tecnicamente embasado. Uma adubação equilibrada, aliada ao monitoramento constante das condições da lavoura, é peça-chave para a sustentabilidade e para a competitividade da cafeicultura brasileira, contribuindo para safras mais produtivas, plantas mais saudáveis e maior qualidade do café colhido.

### **3.8. CPMAG da AgroCP**

A AgroCP — “Soluções AgroInteligentes”, fundada em 1988 em Minas Gerais, destaca-se como referência no agronegócio brasileiro, especialmente no desenvolvimento de fertilizantes organominerais e foliares. Com sede em Três Pontas (MG) e unidades em outras regiões, a empresa é conhecida pela sua inovação tecnológica e pelo compromisso com a

sustentabilidade. Seu portfólio é focado em soluções para o aumento da eficiência nutricional, promovendo produtividade de forma responsável e alinhada às boas práticas agrícolas (AgroCP, s.d.-a).

Entre seus principais produtos, está o CPMAG, um fertilizante foliar organomineral, certificado pelo selo IBD como insumo aprovado para uso em sistemas orgânicos. Este produto oferece uma combinação de nutrientes altamente solúveis e com tecnologia de microencapsulamento, favorecendo uma absorção mais eficiente pelas plantas e garantindo a liberação gradual dos elementos nutricionais (AgroCP, s.d.-b). A certificação IBD reforça o compromisso da AgroCP com a sustentabilidade e com a agricultura de baixo impacto ambiental.

O CPMAG apresenta a seguinte composição garantida: 14% de Magnésio (Mg), 7,7% de Cálcio (Ca), 2% de Potássio (K), 7,1% de Enxofre (S) e 0,5% de Boro (B). Esses nutrientes desempenham papéis fundamentais no metabolismo do cafeeiro. O magnésio é essencial na fotossíntese, pois faz parte da molécula da clorofila, além de melhorar a absorção de outros nutrientes e estimular o vigor vegetativo. O cálcio atua na formação das paredes celulares, conferindo resistência estrutural às folhas e frutos, além de reduzir problemas fisiológicos como a queda prematura de grãos. O potássio é importante para a regulação hídrica e transporte de açúcares, impactando diretamente no enchimento dos frutos e na qualidade dos grãos. Já o enxofre participa na formação de aminoácidos e proteínas, enquanto o boro é fundamental para o desenvolvimento de brotações e floradas, sendo essencial na reprodução da planta e na formação uniforme dos frutos.

A AgroCP mantém forte presença digital e utiliza seu Instagram oficial (@agro.cp) como plataforma para compartilhar os resultados de campo de seus produtos, incluindo o CPMAG. Com mais de 15,5 mil seguidores, a empresa publica fotos de aplicações em lavouras, depoimentos de produtores, vídeos técnicos e atualizações sobre certificações. Essa estratégia reforça a imagem da empresa como uma referência no segmento de nutrição vegetal e aproxima ainda mais os produtores das tecnologias desenvolvidas pela marca (AgroCP, s.d.-c).

## 4. MATERIAIS E METODOS

Este tópico apresenta de forma detalhada todos os processos e práticas utilizados para a realização do experimento com as mudas do cafeeiro.

### 4.1 Local do Experimento

O experimento foi conduzido de dezembro de 2024 a junho de 2025, em ambiente protegido, na casa de vegetação localizada próxima ao bloco de Agronomia do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) – *Campus* Bambuí. A casa de vegetação, como demonstra a Figura 1, está situada nas coordenadas geográficas -20,0397464 de latitude e -46,0114308 de longitude. Durante todo o período experimental a estrutura foi mantida fechada e com circulação restrita de pessoas. Foi utilizada a cultivar de cafeeiro Catucaí Amarelo 24/137.

**Figura 1:** Casa de Vegetação, no IFMG *Campus* Bambuí



**Fonte:** Acervo do Autor (2024).

## 4.2 Delineamento Experimental

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e sete repetições, totalizando 42 unidades experimentais, compostas por vasos. O fator avaliado consistiu na aplicação do fertilizante CPMAG (Figura 2) em diferentes dosagens. Os tratamentos (Quadro 1) corresponderam às seguintes doses do produto: T1 – 0 g/vaso (controle); T2 – 18 g/vaso, equivalente a 100 kg/ha; T3 – 36 g/vaso, equivalente a 200 kg/ha; T4 – 54 g/vaso, equivalente a 300 kg/ha; T5 – 72 g/vaso, equivalente a 400 kg/ha; e T6 – 90 g/vaso, equivalente a 500 kg/ha. As doses por hectare foram calculadas considerando uma população de 5.555 plantas/ha, com espaçamento de 3,6 m x 0,50 m.

**Quadro 1** - Dose em suas proporções:

TRATAMENTO	DOSE CPMAG (kg/ha)	DOSE CPMAG (g/vaso)
T1	0	0
T2	100	18
T3	200	36
T4	300	54
T5	400	72
T6	500	90

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

**Figura 2:** Saco de CPMAG



## 4.3 Preparo do Substrato e Plantio das Mudras

O substrato utilizado foi terra de barranco, previamente homogeneizada em um tablado de madeira (A da Figura 3). Será incorporado 550 g de calcário por vaso, seguido da dose correspondente de CPMAG, conforme os tratamentos, e 70 g de  $P_2O_5$ .

O plantio das mudras de café foi realizado logo após a incorporação dos insumos ao substrato (B da Figura 3). As mudras utilizadas foram uniformes, com altura média de 17 cm e 06 pares de folhas, garantindo padronização do experimento, comprovado pelo teste de ANOVA. Antes do transplantio, foi feito um corte linear na base do saquinho plástico para evitar o enovelamento das raízes. As mudras foram posicionadas no centro do vaso dois

dedos (aproximadamente 2,5 cm) acima do nível do solo, sem compactação excessiva, utilizando como referência o primeiro par de folhas, como na letra C da figura 3.

**Figura 3:** Implantação do Experimento.



**A:** Preparo do substrato.

**B:** Plantio das mudas de café.

**C:** Muda de café implantada.

**Fonte:** Acervo do autor (2024).

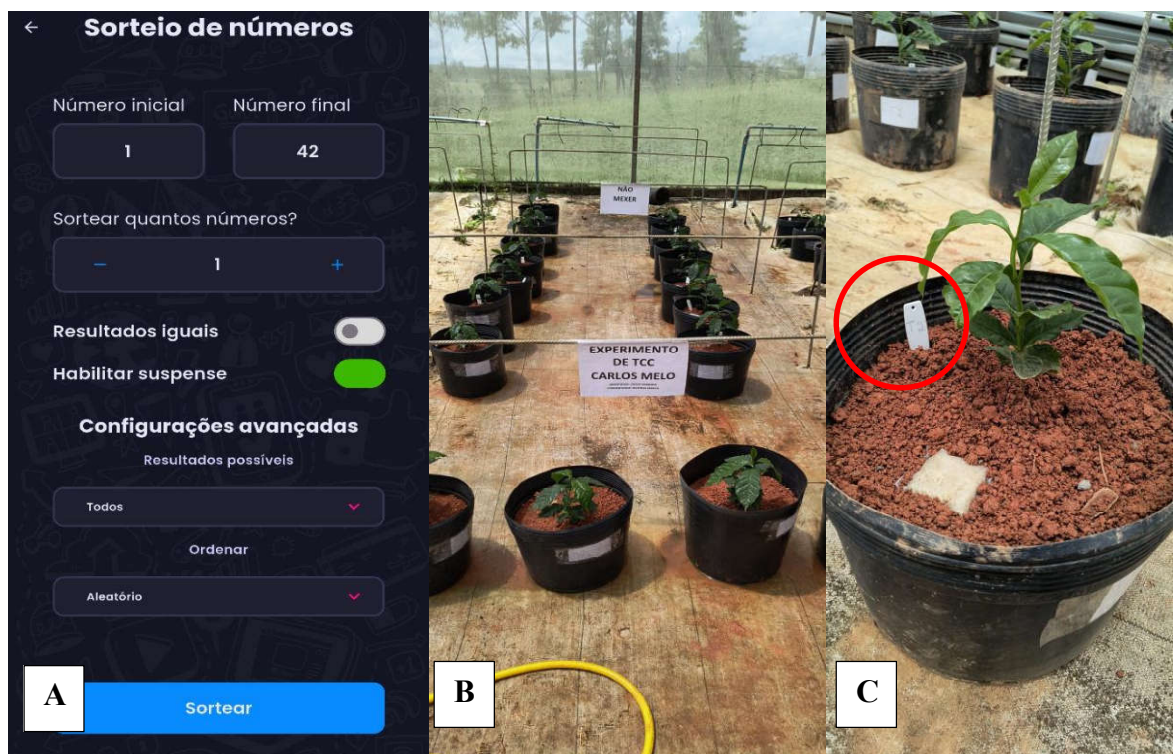
#### 4.4 Adubação

Para evitar interferências nos resultados e garantir a uniformidade das condições experimentais, todos os tratamentos receberam a mesma adubação complementar: 550 g de calcário para correção da acidez do solo, 70 g de  $P_2O_5$  como fonte de fósforo e 30 g de nitrogênio. O nitrogênio foi aplicado separadamente, condicionado em um saquinho de TNT posicionado no canto direito do vaso, com o objetivo de promover uma liberação lenta do nutriente e evitar variações bruscas na disponibilidade de N entre os tratamentos.

## 4.5 Construção Experimental e Identificação

Após o plantio, os vasos foram sorteados de forma aleatória utilizando um aplicativo de sorteio para garantir a casualização do experimento. Cada vaso será identificado com plaquinhas inseridas no solo e etiquetas fixadas na parede do vaso, garantindo a rastreabilidade e identificação dos tratamentos.

**Figura 4:** Construção Experimental e Identificação



**A:** Interface do aplicativo, (Sorteio de Números); **B:** Vasos organizados; e **C:** Vaso identificado.

**Fonte:** Acervo do autor (2024).

**Quadro 2 – Croqui da distribuição dos vasos**

*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T1</b>	*	<b>T4</b>	*	<b>T3</b>	*	<b>T6</b>	*	<b>T3</b>	*	<b>T2</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T3</b>	*	<b>T3</b>	*	<b>T2</b>	*	<b>T4</b>	*	<b>T6</b>	*	<b>T4</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T6</b>	*	<b>T1</b>	*	<b>T4</b>	*	<b>T6</b>	*	<b>T5</b>	*	<b>T1</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T6</b>	*	<b>T4</b>	*	<b>T1</b>	*	<b>T2</b>	*	<b>T3</b>	*	<b>T5</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T1</b>	*	<b>T5</b>	*	<b>T6</b>	*	<b>T4</b>	*	<b>T2</b>	*	<b>T6</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T1</b>	*	<b>T2</b>	*	<b>T1</b>	*	<b>T2</b>	*	<b>T5</b>	*	<b>T3</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	<b>T5</b>	*	<b>T5</b>	*	<b>T5</b>	*	<b>T2</b>	*	<b>T4</b>	*	<b>T2</b>	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

\*= Espaços entre os vasos.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025).

#### 4.6 Coleta de Dados

A primeira análise foi realizada no dia 1, com o experimento implantado e a segunda, e última, feita no dia 180, totalizando 6 meses de experimento, e as análises finais após o desmonte do experimento. Como demonstra o quadro a baixo.

**Quadro 3-** Dias das atividades específicas realizadas no experimento

<b>DIA</b>	<b>FEITO</b>
00	Implantação do experimento
01	Primeira coleta
180	Segunda coleta
181	Coleta da amostra de solo e de folhas
181	Desmonte do experimento

Fonte: Elaborado pelo autor

Os dados coletados foram divididos em dois fatores, **Crescimento Vegetativo:** Altura da planta (cm); Diâmetro do caule (mm); Número de folhas; Área foliar (cm<sup>2</sup>); Número de nós; Número de entrenós; massa seca da parte aérea (g). **Desenvolvimento Radicular:** Massa seca das raízes(g). **Estado Nutricional e Fertilidade:** Análise foliar para determinar o teor de Mg, Ca, K e S, que são as garantidas do produto testado. Tabela utilizada para tabulação dos dados em anexo. **Dados do solo:** Análise química do solo, para determinar os teores obtidos pelo produto.

#### 4.7 Análises Estatísticas

Os dados paramétricos obtidos no início do experimento, mês de dezembro, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) que comprovou que não havia diferenças significativas entre as mudas implantadas, não havendo a necessidade de submetê-las ao teste de média Tukey a 5% de probabilidade. Os dados não paramétricos foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, considerado o equivalente não paramétrico a ANOVA, que também comprovou que não havia diferença significativa entre as mudas, descartando a necessidade de submeter a mesmas ao teste de Dunn, que é o equivalente ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, para os dados não paramétricos.

Os dados paramétricos e não paramétricos obtidos ao final do experimento, mês de junho, foram submetidos a ANOVA, Tukey a 5%, Kruskal-Wallis e Dunn, respectivamente, devido a evidência que ao final do experimento as mudas de café apresentavam diferenças significativas entre os tratamentos em determinados parâmetros avaliados neste experimento.

#### 4.8. Etapas Finais

Ao final do experimento, e no momento que precede as análises, foi necessário realizar o desmembramento das partes das 42 plantas de modo que cada parte seria encaminhada para um procedimento diferente, parte aérea para o laboratório A para separação das folhas do caule e sistema radicular para o local B onde as raízes foram separadas do torrão.

Inicialmente foram retiradas dos vasos seccionadas no sistema radicular e a parte aérea. Todas as partes, raízes, folhas e caule foram embaladas e identificadas separadamente e em

sacos de papel. E por fim as 126 amostras (Figura 5 B) foram levadas a Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba, onde foram alocadas na estufa de ventilação forçada (Figura 5 A) por 72h a 65°C ou até que atingisse peso constante, segundo técnica realiza por Buffon (2016) em seu experimento. No caso deste experimento as amostras atingiram o peso constante com 60h a 75°C. Encaminhadas ao laboratório, todas as amostras foram pesadas com uma balança de precisão (Figura 5 C), Marca: SHIMADZU; Modelo: ATY224 UNIBLOC; Especificações: máx: 220g; min: 10mg; e=1mg; d=0,1mg, para contabilizar o peso de massa seca. Durante a pesagem foi descontado o peso da embalagem de papel e dos dois grampos que lacrava cada amostra.

**Figura 5:** Etapas finais



**A:** Estufa de ventilação forçada; **B:** Amostras; e **C:** Pesagem das amostras.  
**Fonte:** Acervo do autor.

## 5- RECURSOS

Para o desenvolvimento deste experimento, foram necessários recursos humanos, materiais e financeiros, devidamente planejados para viabilizar todas as etapas do projeto, desde a implantação até a coleta e análise de dados.

### 5.1 Recursos Humanos

A equipe do projeto é composta por professores orientadores, coorientadores, parceiros técnicos da empresa e discentes do curso de Agronomia do IFMG, que atuaram como auxiliares em todas as etapas do experimento, como demonstra o Quadro 4.

**Quadro 4-** Recursos humanos para o desenvolvimento do projeto:

<b>Membro</b>	<b>Instituição</b>	<b>Função no Projeto</b>
Cássio Roberto Silva Noronha	Professor do IFMG	Orientador
Matheus Majela de Jesus Silva	FASF – Faculdade do Alto São Francisco	Coorientador
Victor Afonso Reis Gonçalves	Agrônomo RTV da AGROCP	Empresa parceira
Djully Amorin	Agrônoma AT da AGROCP	Empresa parceira
Maria Fernanda Teixeira Fabiano Alves Gabriel Nazareth João Antônio Abreu Julia Escrivani Lainy Castro Luis Otávio Bezerra Malisson Campos Pâmela Borges Rafael Alves Wendel Alves.	Discentes da Agronomia IFMG	Auxiliares

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

## 5.2 Recursos Materiais e Financeiros

Para realização do experimento foi utilizado recursos, como as análises e os insumos agrícola, sendo todos citados no quadro e sua fonte pagadora (Quadro 5).

**Quadro 5-** Custos do experimento

NOME	UNIDADE	QTD	PREÇO (R\$)	VALOR(R\$)	FONTE PAGADORA
Análises de folha	unid	7	56,00	392,00	Victor Afonso Reis (AgroCP)
Análises de solo	unid	7	45,00	315,00	Victor Afonso Reis (AgroCP)
Calcário	Kg	25	0,35	8,75	IFMG – <i>Campus</i> Bambuí
CPMAG	t/kg	25	1.953,00	50,00	Victor Afonso Reis (AgroCP)
MAP	sc (5 Kg)	1	77,00	77,00	Matheus Majela da Silva
Mudas de café	unid	70	1,50	105,00	Carlos Augusto F. Melo
Placas de ident.	unid	50	1,00	50,00	Cássio R S. Noronha
* Substrato	m <sup>3</sup>	0,84	0,00	0,00	IFMG – <i>Campus</i> Bambuí
Tablado de madeira	unid	1	150,00	150,00	Cássio R S. Noronha
Uréia	sc (5 Kg)	1	50,00	50,00	Matheus Majela da Silva
Vasos	unid	50	5,00	210,00	IFMG – <i>Campus</i> Bambuí
<b>TOTAL</b>	---	---	---	R\$1.407,75	---

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

\* Substrato = Terra de barranco – Retirada no próprio IFMG.

### 5.3 Cronograma

O cronograma (Quadro 6), demonstra quais atividades que foram realizadas durante o projeto do TCC, datando por mês todas as atividades desenvolvidas. Relatando início do experimento no mês de novembro de 2024 e finalizado em julho de 2025.

**Quadro 6** - Cronograma de execução

Atividades	2024		2025						
	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Amostras de solo e calcário	X								
Implantação do experimento		X							
Análises a cada 30 dias		X	X	X	X	X	X		
Análises de massa seca								X	
Desmonta do experimento								X	
Apresentação do TCC									X

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados obtidos após a realização da ANOVA no mês de dezembro de 2024, ficou comprovado que todas as plantas se encontravam no mesmo nível de desenvolvimento, porque não houve diferenças significativas entre as unidades experimentais dentro dos tratamentos.

De acordo com Quadro 7, elaborado a partir dos dados obtidos pela anova realizada no mês de junho de 2025, ficou comprovado que houve diferenças significativas e não significativas dependendo do parâmetro analisado.

**Quadro 7 – Resultados Estatísticos**

PARAMÉTRICOS		ANOVA		f	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Massa seca	Caule	0.014736	*	5%	ab	ab	a	ab	Ab	b
	Raiz	0.24889	ns							
	Folha	0.070697	ns							
Biometria	Área foliar	0.065205	ns							
	Altura	0.028033	*	5%	a	ab	a	ab	B	b
	Diâmetro	0.074429	ns							
NÃO PARAMÉTRICOS				<b>Kruskal- Wallis</b>						
				*	Nº de Folhas	P- value = 0,02732				
				ns	Nº de Nós	P- value = 0,06444				

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2025).

Como demonstra o quadro acima os fatores representados com \* (caule e altura) tiveram uma diferença significativa ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Agora os fatores marcados com “ns” não tiveram diferenças significativas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Com o quadro de resultados que foi interpretado na ANOVA os tratamentos seguidos pelas mesmas letras não tem diferença significativa.

## **6.1 - Massa Seca**

### **Parâmetro analisado: Massa seca de CAULE**

Sendo que os tratamentos seguidos apenas com a letra “a” o de maior valor médio, como o tratamento T3, e os seguidos apenas pela letra “b” um valor significativamente menor, e por fim os resultados seguidos das letras “ab” são estatisticamente intermediários e sem diferença significativa entre eles, sendo os tratamentos T1, T2, T4 e T5,

Portanto, para o parâmetro analisado caule o tratamento T3 promoveu maior acúmulo de massa seca no caule, enquanto o T6 limitou esse parâmetro. Isso sugere que T3 oferece melhores condições de crescimento vegetativo do caule (talvez adubação, inoculante ou manejo). Assim houve uma diferença significativa entre o T3 o T6 e os demais não, colocando o tratamento 200 kg/ha de CPMAG, como dose mais adequada para o início da formação de mudas de ceifeiro. O embasa nosso resultado é que esta recomendação é feita pela própria empresa Agrocp para lavouras adultas (AgroCP, 2025).

### **Parâmetro analisado: Massa seca de RAIZ e FOLHAS**

Seguindo o mesmo raciocínio de interpretação do quadro dos resultados da ANOVA descrito no início, e pelo fato dos tratamentos terem recebido as mesmas letras, não existe diferença significatiba netre eles o que nos leva a concluir e o produto CPMAG, indiferentemente das dosagens não afeta o desenvolvimento das raízes,

## **6.2 - Biometria**

### **Parâmetro analisado: ÁREA FOLIAR**

Na interpretação de desenvolvimento da área foliar, devido as observações feitas na prática, e pelo fato do valor de F ser não significativo a 5% de probabilidade, realizou-se

também os testes a 10% de significância, o que levou a possibilidade de existir uma relevância marginal entre os tratamentos T3 e T6.

#### **Parâmetro analisado: ALTURA DA PLANTA**

Para a altura da planta os resultados são diferentes dos anteriores onde os tratamentos T1 e T3 demonstram maior crescimento a nível de 5% de probabilidade enquanto os tratamentos T5 e T6 foram os mais baixos, e os tratamentos T2 e T4 os intermediários.

Portanto os tratamentos T1 e T3 são superiores em altura, mostrando maior vigor de crescimento. T6 limitou severamente o desenvolvimento em altura, o que pode ser atribuído até mesmo a fito toxidez, o que será mais detalhado no item análise foliar.

Considerando-se os resultados acima o tratamento T3 se destaca como o mais consistente enquanto o tratamento T6 o mais limitador, inclusive por demonstrar baixo desempenho nos parâmetros que se destacaram. Enquanto os tratamentos intermediários e inferiores as doses utilizadas no Tratamento T3 não respondem de forma significativa.

#### **Parâmetro analisado: DIAMETRO DE CAULE**

Assim como ocorreu no parâmetro analisado área foliar, na interpretação de desenvolvimento do diâmetro de caule, realizou-se também pelos mesmos motivos os testes a 10% de significância, o que levou a possibilidade de existir uma relevância marginal entre os tratamentos T3 e T6.

### **6.3. Não Paramétricos (Kruskal-Wallis)**

O teste de Kruskal-Wallis é considerado o equivalente não paramétrico da análise de variância (ANOVA), onde o limite para realização do teste subsequente chamado de Dunn é de 5% de probabilidade. Esse teste é indicado para situações em que os dados não atendem aos pressupostos de normalidade ou homogeneidade de variâncias, sendo especialmente adequado para variáveis discretas obtidas por contagem. Assim para as variáveis com essas

características foi utilizado Kruskal-Wallis como teste a fim de verificar diferenças significativas entre os tratamentos avaliados.

**Parâmetro analisado: NÚMERO DE FOLHAS**

O teste de Kruskal-Wallis indicou que existe diferença significativa no parâmetro número de folhas entre os tratamentos avaliados, ( $p = 0,02732$ ), como mostra o Quadro 07.

Para identificar quais tratamentos diferiram entre si, foi aplicado o teste de Dunn, o qual apontou diferença significativa apenas entre os tratamentos T3 e T6. Esses resultados reforçam que o tratamento T3 apresenta melhor desempenho quanto à emissão de folhas, sendo novamente destacado como a dose mais eficiente para maximizar o crescimento vegetativo do cafeeiro.

**Quadro 8** – Teste de Kruskal-Wallis para número de folhas

(Benjamini-Hochberg)

Col Mean- Row Mean	T1	T2	T3	T4	T5
T2	-0.435815 0.4144				
T3	-2.190251 0.1069	-1.754436 0.1190			
T4	-0.715184 0.3559	-0.279368 0.4500	1.475067 0.1502		
T5	-0.177149 0.4297	0.241568 0.4335	1.927175 0.1012	0.509976 0.4160	
T6	1.273921 0.1689	1.709737 0.1091	3.464173 0.0040*	1.989106 0.1167	1.401094 0.1511

**Fonte:** Elaborado pelo autor, Rstudio(2025).

## **Parâmetro analisado: NÚMERO DE NÓS**

O teste de Kruskal-Wallis aplicado ao parâmetro número de nós atesta que não a diferença significativa entre os tratamentos ( $p = 0,06444$ ). Embora o valor se aproxime do limite de significância, não é possível afirmar que os tratamentos tenham influenciado de forma consistente no número de nós. Desta forma, não foi necessário realizar o teste de Dunn para este parâmetro.

### **6.4. Estatística Descritiva**

#### **Análise de Solo**

A análise de solo é uma ferramenta essencial para apresentar a fertilidade do solo, determinando os teores de nutrientes disponíveis e possibilitando um manejo racional de adubação, calagem e gessagem. No caso deste experimento a análise de solo possibilitou determinar os teores dos seguintes nutrientes: Magnésio (Mg); Cálcio (Ca); Potássio (K); Enxofre (S) e Boro (B), garantias do CPMAG. Possibilitando correlacionar o desempenho das variáveis de crescimento e biomassa com as condições nutricionais do solo.

As coletas de solo foram realizadas após o desmonte do experimento, sendo obtidas amostras compostas pelas sete repetições de cada tratamento. Todas as amostras foram identificadas conforme a nomenclatura dos tratamentos, exceto a TESTEMUNHA, que representa o estado original do solo sem qualquer tipo de adubação, correção ou aplicação das doses testadas. Pela análise química do solo podemos constatar que os teores dos macro nutrientes (Mg; Ca e K) garantidos pelo CPMAG aumentaram de forma acedente correspondendo ao aumento da dose de cada tratamento, como mostra a Figura 6, comprovando a eficiência do produto. O mesmo comportamento foi observado para os micronutrientes (S e B), ilustrado na Figura 7, o que reafirma os resultados discutidos anteriormente.

**Figura 6 – Análise química do solo, macros nutrientes**

Cod. Lab.	Descrição Amostra	pH	P(melh)	K	Ca	Mg	Al	H + Al
		H <sub>2</sub> O	mg / dm <sup>3</sup>	mg / dm <sup>3</sup>	mg / dm <sup>3</sup>	mg / dm <sup>3</sup>	mg / dm <sup>3</sup>	mg / dm <sup>3</sup>
565	T - 1	6,0	399,4	31,0	9,67	1,12	0,00	1,15
566	T - 2	6,1	508,1	40,0	10,49	1,18	0,00	1,10
567	T - 3	6,3	557,0	48,0	9,54	1,42	0,00	1,04
568	T - 4	6,5	384,1	51,0	10,92	1,66	0,00	1,02
569	T - 5	6,7	478,1	59,0	10,16	1,66	0,00	1,03
570	T - 6	6,6	603,0	75,0	11,45	1,83	0,00	1,06
571	TESTEMUNHA	5,8	0,1	32,0	0,65	0,09	2,00	5,18

Fonte: Laboratório de solos IFMG – Bambuí (2025).

**Figura 7 – Análise química do solo, micro nutrientes**

Cod. Lab.	P(rem)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	Areia	Argila	Silte	Tipo Solo	Classificação
	mg/L	mg / dm <sup>3</sup>	dag/Kg = %									
565	34,9	0,06	0,50	4,00	4,30	2,70	13,08	13,30	44,00	42,70	Tipo 3	Argilosa
566	32,0	0,89	0,50	4,80	4,50	2,30	46,47	14,60	42,00	43,40	Tipo 3	Argilosa
567	31,4	1,52	ns	ns	ns	ns	54,68	ns	ns	ns	ns	ns
568	30,6	2,61	ns	ns	ns	ns	73,61	ns	ns	ns	ns	ns
569	30,3	3,55	ns	ns	ns	ns	76,34	ns	ns	ns	ns	ns
570	31,8	3,69	ns	ns	ns	ns	86,27	ns	ns	ns	ns	ns
571	8,1	0,10	ns	ns	ns	ns	0,00	ns	ns	ns	ns	ns

Fonte: Laboratório de solos IFMG – Bambuí (2025).

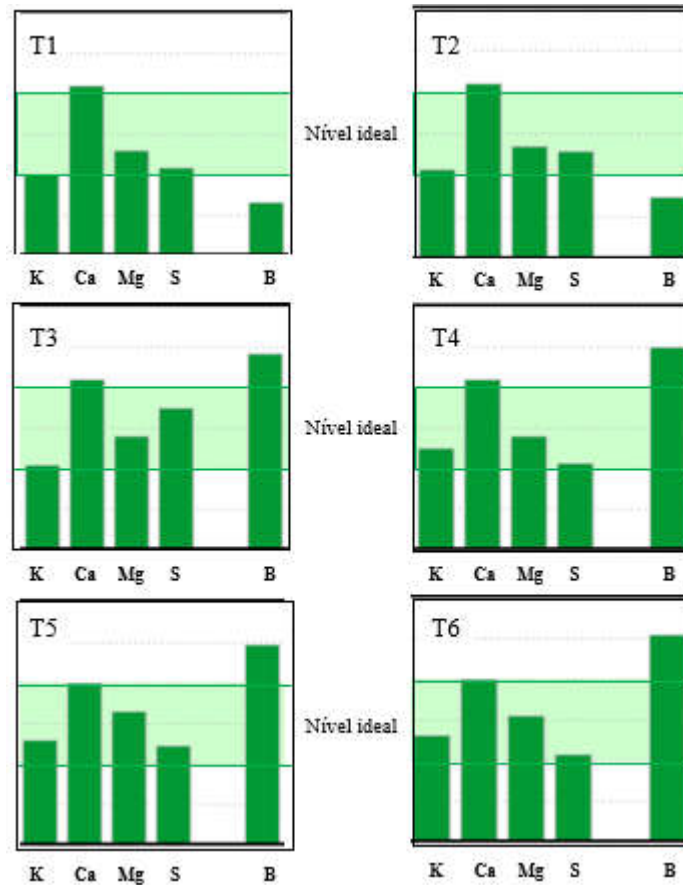
### Análise Foliar

A análise foliar consiste na determinação da concentração de nutrientes presentes nas folhas, sendo um método eficiente para avaliar o estado nutricional das plantas em diferentes estádios de desenvolvimento. Análise foliar foi fundamental para complementar as informações da análise de solo, permitindo avaliar a real absorção de nutrientes pelas mudas de café. Tornou possível comprovar a eficiência do produto em teste.

Desta forma, foi feita uma amostra composta das sete repetições para cada tratamento, sendo também coletadas no dia do desmonte do experimento, possibilitando averiguar quais nutrientes garantidos pelo CPMAG realmente foram absorvidos pelas mudas e suas respectivas quantidades. As amostras foram identificadas com a mesma nomenclatura das amostras de solo e dos tratamentos. A Figura 8 atesta de forma clara através dos gráficos presentes que as mudas de café absorveram magnésio, cálcio, potássio, enxofre e boro de

forma exponencial, acompanhando o aumento das doses de CPMAG. Esses resultados reafirmam a eficiência do produto em fornecer os nutrientes garantidos ao cafeeiro, confirmando o atendimento das exigências nutricionais da cultura.

**Figura 8 – Análise Foliar**



**Fonte:** Laboratório Soma (2025).

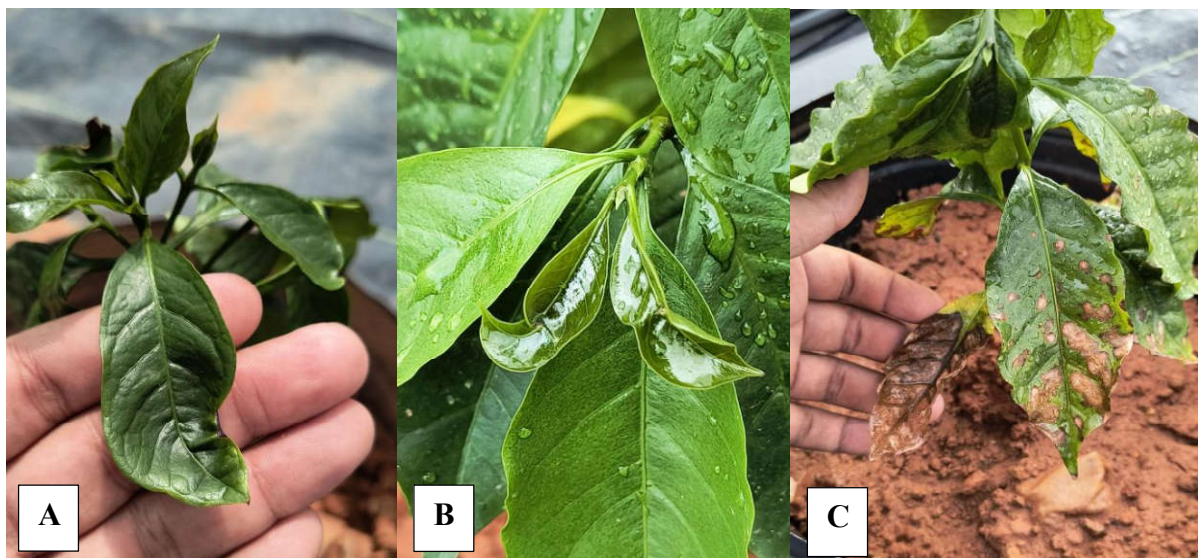
Portanto, ao fazer-se uma relação entre os resultados da análise de solo com os dados obtidos na análise foliar pode se observar uma coerência entre o que foi disponibilizado e o que foi assimilado pelo café, de forma que fica comprovado a eficiência do produto em teste, CPMAG, em disponibilizar suas garantias a cultura. As quantidades apresentadas pelas amostras de solo demonstraram aumentos ascendentes nos teores de: magnésio (Mg), cálcio (Ca) e potássio (K), em função do aumento das doses do produto comportamento que também se repete para os micronutrientes: enxofre (S) e boro (B).

Essa elevação exponencial dos teores no solo reflete diretamente nos resultados da

análise foliar. Os teores de Mg, Ca, K, S e B nas folhas apresentaram resultados fora, dentro e acima das faixas ideais para a cultura do cafeeiro, segundo referências técnicas usadas pelo próprio laboratório, indicando que os nutrientes disponibilizados no solo foram de fato absorvidos pelas mudas de café, em suas respectivas doses.

Além disso, a comparação entre solo e folha possibilita identificar situações de desequilíbrio e excessos, principalmente em relação ao boro, o que justifica os casos de toxidez por boro nos tratamentos com as maiores doses (T4; T5; T6) que ocorreram durante o experimento, como mostra a Figura 10. Afirmo que o cruzamento dos resultados da análise de solo com a análise foliar possibilita enxergar esse processo de forma clara, facilitando a compreensão deste experimento.

**Figura 9** – Sintomática de fito toxidez por Boro



**A e B:** Encarquilhamento por toxidez de Boro, T4 e T5 respectivamente. **C:** Necrose por toxidez de Boro, T6.  
**Fonte:** Acervo do Autor (2025).

## 7- CONCLUSÕES

Para os parâmetros paramétricos, avaliados por ANOVA, o tratamento T3 (200 kg/ha de CPMAG) apresentou melhor desempenho em massa seca de caule, área foliar e altura de planta, indicando maior vigor vegetativo e acúmulo de biomassa, enquanto o tratamento T6, com maior dose, limitou o desenvolvimento, possivelmente por toxidez. Já a massa seca de raízes e folhas não apresentou diferença significativa, sugerindo que o produto impactou principalmente o crescimento aéreo. Assim, a dose de 200 kg/ha mostrou-se mais indicada para promover o crescimento inicial das mudas de cafeeiro nas condições testadas.

Nos parâmetros não paramétricos, os resultados do teste de Kruskal-Wallis apontaram diferença significativa apenas para o número de folhas, destacando o tratamento T3 como o mais eficiente também nesse aspecto. Para o número de nós, não houve diferença estatística entre os tratamentos, indicando que o CPMAG, independentemente da dose, não alterou essa característica. Portanto, doses moderadas do fertilizante potencializam o desenvolvimento foliar sem impactar outras estruturas vegetativas de forma relevante.

Por fim, a análise integrada do solo e da folha confirmou a eficiência do CPMAG em disponibilizar Mg, Ca, K, S e B, que foram efetivamente absorvidos pelas plantas. A elevação gradual das doses aumentou os teores desses nutrientes, mas as doses mais altas evidenciaram risco de toxidez, principalmente por excesso de boro. Assim, o manejo equilibrado da adubação é essencial para atender às exigências nutricionais do cafeeiro, garantir crescimento saudável e evitar problemas por excesso de nutrientes.

## 8- REFERÊNCIAS

AgroCP. Sobre a AgroCP – **Soluções AgroInteligentes**. Disponível em: <https://agropc.agr.br/>. Acessado: 07/07/2025.

AgroCP. AgroCP (@agro.cp) no **Instagram**. Disponível em: <https://www.instagram.com/agro.cp/>. Acessado: 07/07/2025.

AGROCP. **PORTFÓLIO DE PRODUTOS**. Disponível: <https://agropc.agr.br/portfólio.html>. Acesso em: 12/11/2024.

PIRES, Helena. A BRASILEIRA: Mais do que um café, um lugar de sentido e de identidade-comunidade. **Sociologia on line**, nº 30, dezembro 2022, pp. 82-102 |DOI: 10.30553/sociologiaonline.2022.30.4

BATISTA, E. R. (2015). Respostas fisiológicas ao CO<sub>2</sub> elevado em Coffea arabica. **Tese**, Instituto de Botânica, SP.

CARVALHO, C. H. S. *et al.* (2011). Características agrônômicas e morfológicas de cafeeiro propagado por embriogênese somática. **Pesq, Agropec. Bras.** 46(4), Abr. 2011.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. Café do Brasil: produção do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico; Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

FERREIRA, Lucas Tadeu e CAVATON, Thiago. **Produção dos Cafés do Brasil no ano-cafeeiro ocupa área de 1,9 milhão de hectares**. Disponível: <https://revistacultivar.com.br/noticias/producao-dos-cafes-do-brasil-no-ano-cafeeiro-ocupa-area-de-1-9-milhao-de-hectares>. Acessado: 14/07/2025.

FERRÃO, R. G. *et al.* **Melhoramento genético para obtenção da cultivar Marilândia ES 8143 tolerante à seca e de alta produtividade**. Vitória: Incaper, 2018

FERREIRA, A. D. *et al.* Fisiologia e qualidade do café durante o pós-colheita. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil**. Vol. 5 - Ano 2022 - Editora Científica Digital, 2018.

GARCIA, R. C.; BOREL, R.; CASTRO, L. L. Cafeicultura: base da economia familiar na Região de Montanha no Espírito Santo. **I simpósio de pesquisa dos cafés do brasil**, Poços de Caldas, MG. Resumos expandidos. Brasília, DF. 2000.

FRANCO, Coaracy de Moraes. BOLETIM TECNICO IAC, 243, MORAES, Franco Coaracy de. **Apontamentos de fisiologia do cafeeiro** Campinas: Instituto Agrônômico, 67p. - Série Tecnologia APTA. 2025.

LAVIOLA, B. G. *et al.* Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.11, p.1521-1530, nov. 2007.

PEREIRA, H. M. *et al.* Efeito do adensamento sobre o cafeeiro. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 7., 2011, Araxá. **Anais**. Brasília: Embrapa Café, 2011. p. 1329–1333

OLIVEIRA, C. C.; ALVARENGA, M. I. N.; MELLONI, R.; PINTO NETO, J. N.; PINHEIRO, L. B. A.; MELLONI, E. G. P.; MADEIRA, C. L. Sombreamento de café (*Coffea arabica* L.) por araucária (*Araucaria angustifolia* L.) e seus efeitos na macrofauna e atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 9, n. 6, p. 1668–1676, out. 2016.

REIS, N. D.; SILVA, A. L.; SOUZA, M. F.; OLIVEIRA, P. R.; CARVALHO, J. C. Percepção dos consumidores da Cafeteria Escola CafEsal-UFLA: uma análise sensorial de diferentes tipos de torra de café especial. **Revista de Estudos em Café**, Lavras, v. 15, n. 2, p. 45–57, jul./dez. 2021.

SILVA, E. C.; AZEVEDO, A. S.; JÚNIOR, L. G. C. Medidas sustentáveis no mercado de café em dose única. **Revista Brasileira de Sustentabilidade na Agricultura**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 12–25, jan./jun. 2017.

SILVA, S. R. *et al.* Respostas fisiológicas do cafeeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 387–394, mar. 2008.

TEIXEIRA, L. V.; NUNES, M. Café e cenas culturais na cidade de São Paulo: consumo, memória e ambiências comunicacionais. **Primera Revista Electrónica en Iberoamérica Especializada en Comunicación**. V.20. Jul-Set. 2016.

TOLEDO, E. Cafeicultura e desenvolvimento territorial: as cooperativas de café no sul de Minas Gerais. 2019. **Caderno de Geografia**, v.29, Número Especial 2, 2019

VASCONCELOS, F. A. G. D. Os significados da “Sinfonia do Café”: uma releitura da canção de Humberto Teixeira. História, **Ciências, Saúde** – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 145–163, jan.–mar. 2019.

BUFFON, Stanley Bravo; MACHADO FILHO, José Altino; ARANTES, Lúcio de Oliveira; ARANTES, Sara Dousseau; SANT’ANA, Rafael Costa de; BARROS, Bruna Lara Alvarenga; SANT’ANA, Clarisa. **Quantificação da massa seca de mudas de café conilon (*Coffea canephora*) em diferentes acondicionamentos de estacas**. Linhares: Incaper, 2016. Trabalho apresentado no I Simpósio de Inovação, Ciência e Tecnologia do Incaper.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Brasília, DF: Conab, v. 12, n. 2, segundo levantamento, maio 2025. Acesso em: 19 jul. 2025.

## ANEXO

### FOTOS DIVERSAS

**Figura A:** Orientadores



**Fonte:** Acervo do autor, (2025)  
Da esquerda para direita: Cássio Noronha; Carlos Melo; Matheus Majela.

**Figura B:** Colaboradores



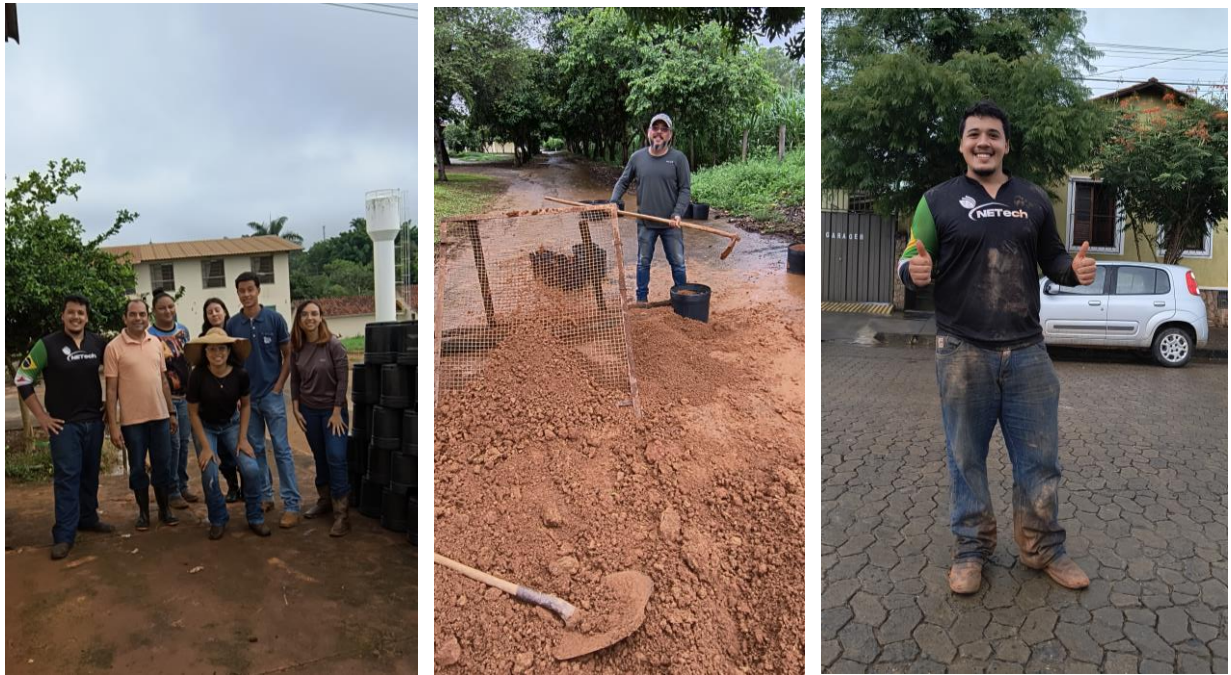
**Fonte:** Acervo do autor, (2025)  
Da esquerda para direita: Gabriel Nazareth; Carlos Melo; Maria Fernanda; Djully Amorin.

**Figura C:** Dia das análises na Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba (UFV-RP), Rio Paranaíba - MG



**Fonte:** Acervo do autor, (2025)  
Da esquerda para direita: Matheus Majela; Julia Escrivani, Carlos Melo; Maria Fernanda.

**Figura D:** Implantação do experimento no IFMG – *Campus Bambuí*, Bambuí-MG



**Fonte:** Acervo do autor, (2024).

Da esquerda para direita: Carlos Melo; Luciano Gonçalves, Alunos Téc. Agropecuária, Cássio Noronha e Carlos Melo.

**Figura E:** Desmontagem do experimento no IFMG – *Campus Bambuí*, Bambuí-MG



**Fonte:** Acervo do autor, (2025).

Da esquerda para direita: João Antonio; Rafael Alves; Malisson Campos; Fabiano Alves, Carlos Melo; Pâmela Borges; Maria Fernanda.

**Figura F:** Detalhes e curiosidades na condução do experimento



**Fonte:** Acervo do autor, (2025).

**Figura G: Influencia dos tratamentos no cafeeiro**

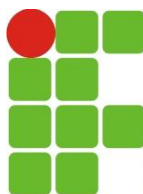


**Fonte:** Acervo do autor, (2025).

**Figura H:** Mais detalhes e curiosidades na condução do experimento



**Fonte:** Acervo do autor, (2025).



**INSTITUTO FEDERAL**  
**MINAS GERAIS**  
Campus Bambuí

INSTITUTO FEDERAL - CAMPUS BAMBUI  
FAZENDA VARGINHA  
Estrada Bambuí / Medeiros, Km 05 - Caixa Postal 05  
CEP: 38.900-000 - Bambuí-MG  
Telefone / Fax - Lab. Solos: (37) 3431-4941  
e-mail: solos.bambui@ifmg.edu.br



## LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS

**Laudo Nº:** 246/2025

**Data Entrada:** 11/06/2025

**Proprietário:** IFMG - CAMPUS BAMBUI

**Data Saída:** 18/06/2025

**Propriedade:** FAZENDA VARGINHA

**Telefone:** ( ) -

**Matrícula:**

**Convênio:** IFMG

**Município:** Bambuí - MG

Cod. Lab.	Descrição Amostra	pH	P(melh)	K	Ca	Mg	Al	H + Al
		H <sub>2</sub> O	mg / dm <sup>3</sup>		cmolc/dm <sup>3</sup>			
565	T - 1	6,0	399,4	31,0	9,67	1,12	0,00	1,15
566	T - 2	6,1	508,1	40,0	10,49	1,18	0,00	1,10
567	T - 3	6,3	557,0	48,0	9,54	1,42	0,00	1,04
568	T - 4	6,5	384,1	51,0	10,92	1,66	0,00	1,02
569	T - 5	6,7	478,1	59,0	10,16	1,66	0,00	1,03
570	T - 6	6,6	603,0	75,0	11,45	1,83	0,00	1,06
571	TESTEMUNHA	5,8	0,1	32,0	0,65	0,09	2,00	5,18

Cod. Lab.	SB	t	T	V	m	M.O.	C.O.	Ca/T	Mg/T	K/T	H+Al/T	Ca+Mg/T	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca+Mg/K
	cmolc/dm <sup>3</sup>			%	dag/Kg		Relações Entre Bases (T) %					Relações Entre Bases				
565	10,9	10,9	12,0	90,4	0,0	0,54	0,31	80	9	1	10	90	9	121	14	134,90
566	11,8	11,8	12,9	91,5	0,0	0,93	0,54	82	9	1	8	91	9	105	12	116,70
567	11,1	11,1	12,1	91,4	0,0	ns	ns	79	12	1	9	90	7	80	12	91,30
568	12,7	12,7	13,7	92,6	0,0	ns	ns	80	12	1	7	92	7	84	13	96,80
569	12,0	12,0	13,0	92,1	0,0	ns	ns	78	13	1	8	91	6	68	11	78,80
570	13,5	13,5	14,5	92,7	0,0	ns	ns	79	13	1	7	91	6	60	10	69,90
571	0,8	2,8	6,0	13,7	70,9	ns	ns	11	2	1	86	12	7	8	1	9,20

Cod. Lab.	P(rem)	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	Areia	Argila	Silte	Tipo Solo	Cassificação
	mg/L	mg / dm <sup>3</sup>						dag/Kg = %				
565	34,9	0,06	0,50	4,00	4,30	2,70	13,08	13,30	44,00	42,70	Tipo 3	Argilosa
566	32,0	0,89	0,50	4,80	4,50	2,30	46,47	14,60	42,00	43,40	Tipo 3	Argilosa
567	31,4	1,52	ns	ns	ns	ns	54,68	ns	ns	ns	ns	ns
568	30,6	2,61	ns	ns	ns	ns	73,61	ns	ns	ns	ns	ns
569	30,3	3,55	ns	ns	ns	ns	76,34	ns	ns	ns	ns	ns
570	31,8	3,69	ns	ns	ns	ns	86,27	ns	ns	ns	ns	ns
571	8,1	0,10	ns	ns	ns	ns	0,00	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não solicitado

P - K - Fe - Zn - Mn - Cu - Extrator Mehlich

1Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L

H + Al - Extrator: SMP

B - Extrator água quente

S - Extrator - Fosfato monocalcico em ácido acético

SB = Soma de Bases Trocáveis

CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva  
CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0

1V = Índice de Saturação de Bases

m = Índice de Saturação de Alumínio

Mat. Org. (M.O.) - Oxidação: Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 4N + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10N

P (rem) = Fósforo Remanescente

OBS:

Consulte Engº Agrônomo para recomendação de calagem e adubação.

A amostragem de solo não é de responsabilidade do laboratório.

Este laudo não tem fins jurídicos.

Após noventa dias todas as amostras serão descartadas.

**Li Chaves Miranda**

Responsável Técnico

38277/D



Endereço: Avenida Jorge Elias Abrão, nº 1470  
Bairro: Ouro Preto  
CEP: 38747-310  
Patrocínio - MG  
Telefone: (34) 3199-9297  
e-mail: resultados.laboratorio@somaconsultoria.agr.br

## Laudo de Análise de Tecido Vegetal

Laudo Nº 2689/2025    Entrada: 26/06/2025    Gerado: 30/06/2025

Solicitante: CARLOS MELO

Município: Patrocínio - MG

Proprietário: CARLOS MELO

Telefone: (34)99873-6701

Propriedade: TCC

Convênio: AGROCP

### Resultados da Análise Foliar:

Amostra: T-01 COMP

#### Macronutrientes

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
38,2	1,2	18,0	16,0	3,6	1,5	ns

#### Micronutrientes

B	Cu	Fe	Mn	Zn
33	10	364	44	11

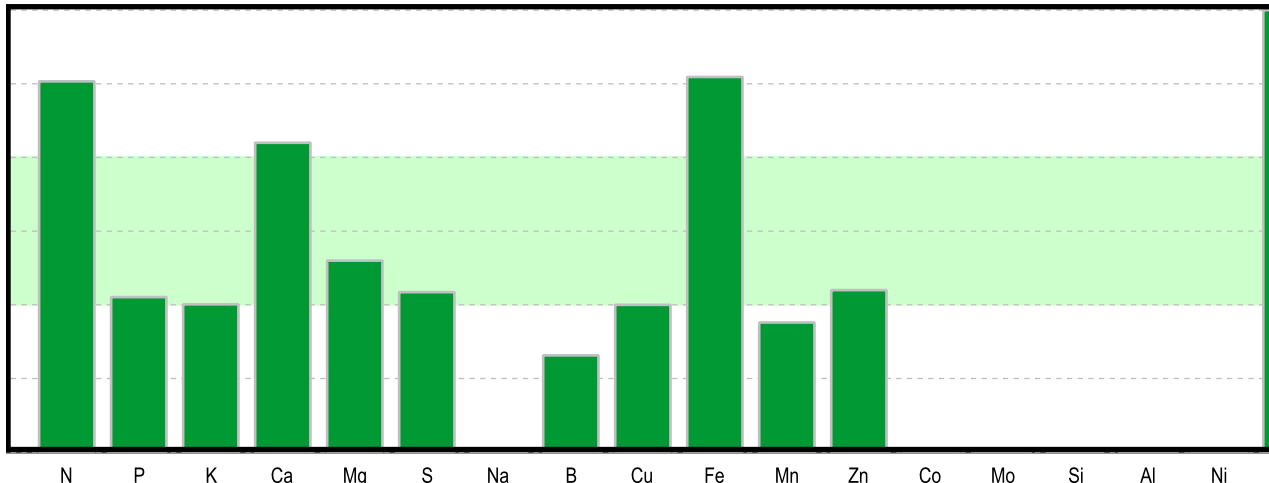
Nível ideais para cultura: CAFÉ

Fonte: Boletim Técnico, 100, IAC, 1997.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
26 - 32	1.2 - 2	18 - 25	10 - 15	3 - 5	1.5 - 2	-

B	Cu	Fe	Mn	Zn
50 - 80	10 - 20	50 - 200	50 - 200	10 - 20

### Fertigrama da Planta:



Elementos Analisados

### Observações:

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica.

P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico.

B = Colorimétrico Azometina-H.

ns = Não Solicitado

O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.

Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Este laudo não tem fins jurídicos.

**GABRIELLA CORRÊA ASSIS**

Responsável Técnico

CREA: 353758-MG



Endereço: Avenida Jorge Elias Abrão, nº 1470  
Bairro: Ouro Preto  
CEP: 38747-310  
Patrocínio - MG  
Telefone: (34) 3199-9297  
e-mail: resultados.laboratorio@somaconsultoria.agr.br

## Laudo de Análise de Tecido Vegetal

Laudo Nº 2689/2025    Entrada: 26/06/2025    Gerado: 30/06/2025

Solicitante: CARLOS MELO

Município: Patrocínio - MG

Proprietário: CARLOS MELO

Telefone: (34)99873-6701

Propriedade: TCC

Convênio: AGROCP

### Resultados da Análise Foliar:

Amostra: T-02 COMP

#### Macronutrientes

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
42,3	1,4	18,5	16,0	3,7	1,6	ns

#### Micronutrientes

B	Cu	Fe	Mn	Zn
37	8	218	55	10

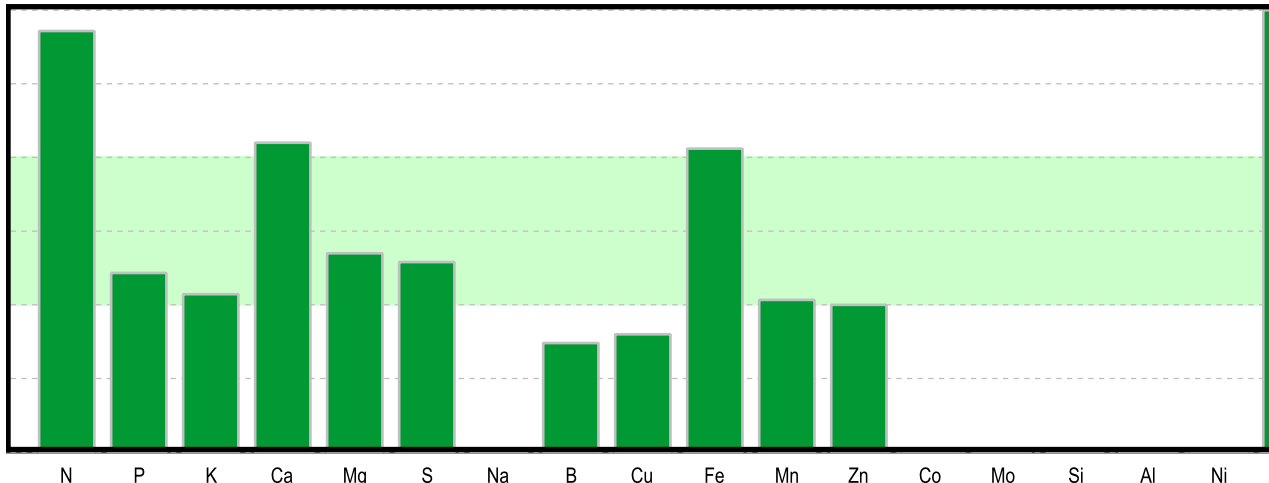
Nível ideais para cultura: CAFÉ

Fonte: Boletim Técnico, 100, IAC, 1997.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
26 - 32	1.2 - 2	18 - 25	10 - 15	3 - 5	1.5 - 2	-

B	Cu	Fe	Mn	Zn
50 - 80	10 - 20	50 - 200	50 - 200	10 - 20

### Fertigrama da Planta:



Elementos Analisados

### Observações:

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica.

P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico.

B = Colorimétrico Azometina-H.

ns = Não Solicitado

O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.

Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Este laudo não tem fins jurídicos.

**GABRIELLA CORRÊA ASSIS**

Responsável Técnico

CREA: 353758-MG

### Laudo de Análise de Tecido Vegetal

Laudo Nº 2689/2025    Entrada: 26/06/2025    Gerado: 30/06/2025

Solicitante: CARLOS MELO

Município: Patrocínio - MG

Proprietário: CARLOS MELO

Telefone: (34)99873-6701

Propriedade: TCC

Convênio: AGROCP

#### Resultados da Análise Foliar:

Amostra: T-03 COMP

##### Macronutrientes

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
g kg <sup>-1</sup>						
41,9	1,9	18,3	16,0	3,8	1,9	ns

##### Micronutrientes

B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg <sup>-1</sup>				
105	8	217	60	10

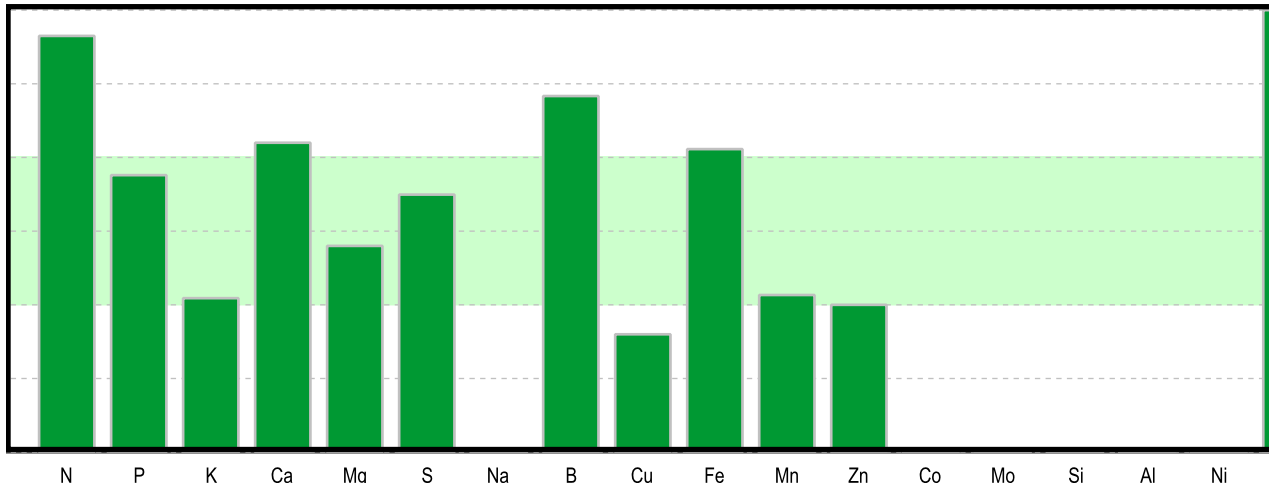
Nível ideais para cultura: CAFÉ

Fonte: Boletim Técnico, 100, IAC, 1997.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
26 - 32	1.2 - 2	18 - 25	10 - 15	3 - 5	1.5 - 2	-

B	Cu	Fe	Mn	Zn
50 - 80	10 - 20	50 - 200	50 - 200	10 - 20

#### Fertigrama da Planta:



Elementos Analisados

#### Observações:

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica.

P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico.

B = Colorimétrico Azometina-H.

ns = Não Solicitado

O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.

Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Este laudo não tem fins jurídicos.



**GABRIELLA CORRÊA ASSIS**

Responsável Técnico

CREA: 353758-MG

### Laudo de Análise de Tecido Vegetal

Laudo Nº 2689/2025    Entrada: 26/06/2025    Gerado: 30/06/2025

Solicitante: CARLOS MELO

Município: Patrocínio - MG

Proprietário: CARLOS MELO

Telefone: (34)99873-6701

Propriedade: TCC

Convênio: AGROCP

#### Resultados da Análise Foliar:

Amostra: T-04 COMP

##### Macronutrientes

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
g kg <sup>-1</sup>						
38,4	1,5	19,8	16,0	3,8	1,5	ns

##### Micronutrientes

B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg <sup>-1</sup>				
110	8	182	45	9

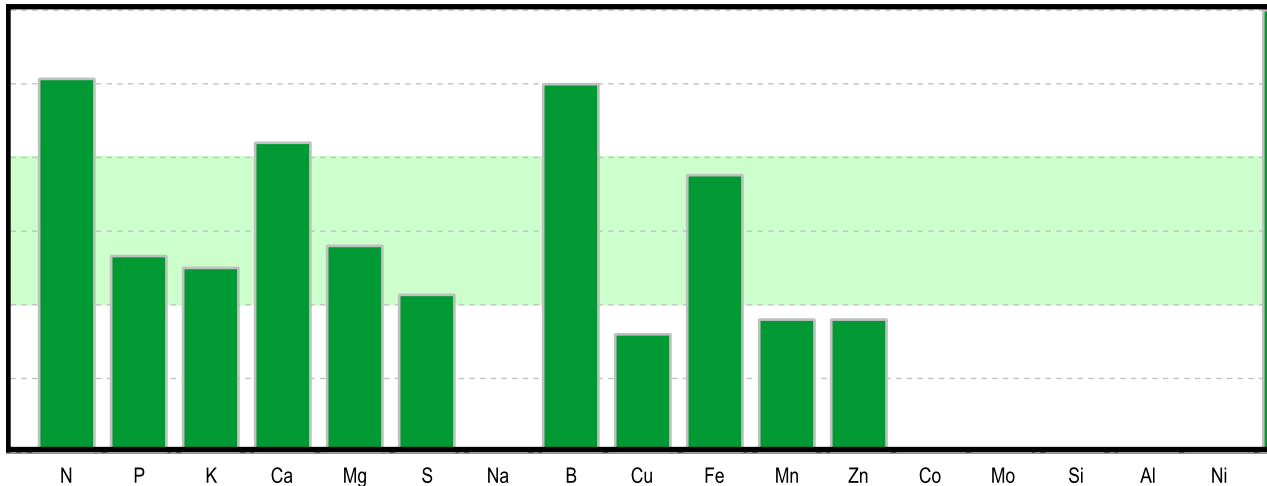
Nível ideais para cultura: CAFÉ

Fonte: Boletim Técnico, 100, IAC, 1997.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
26 - 32	1.2 - 2	18 - 25	10 - 15	3 - 5	1.5 - 2	-

B	Cu	Fe	Mn	Zn
50 - 80	10 - 20	50 - 200	50 - 200	10 - 20

#### Fertigrama da Planta:



Elementos Analisados

#### Observações:

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica.

P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico.

B = Colorimétrico Azometina-H.

ns = Não Solicitado

O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.

Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Este laudo não tem fins jurídicos.



**GABRIELLA CORRÊA ASSIS**

Responsável Técnico

CREA: 353758-MG

### Laudo de Análise de Tecido Vegetal

Laudo Nº 2689/2025    Entrada: 26/06/2025    Gerado: 30/06/2025

Solicitante: CARLOS MELO

Município: Patrocínio - MG

Proprietário: CARLOS MELO

Telefone: (34)99873-6701

Propriedade: TCC

Convênio: AGROCP

#### Resultados da Análise Foliar:

Amostra: T-05 COMP

##### Macronutrientes

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
g kg <sup>-1</sup>						
41,9	1,5	20,1	15,0	4,3	1,6	ns

##### Micronutrientes

B	Cu	Fe	Mn	Zn
mg kg <sup>-1</sup>				
108	8	318	78	8

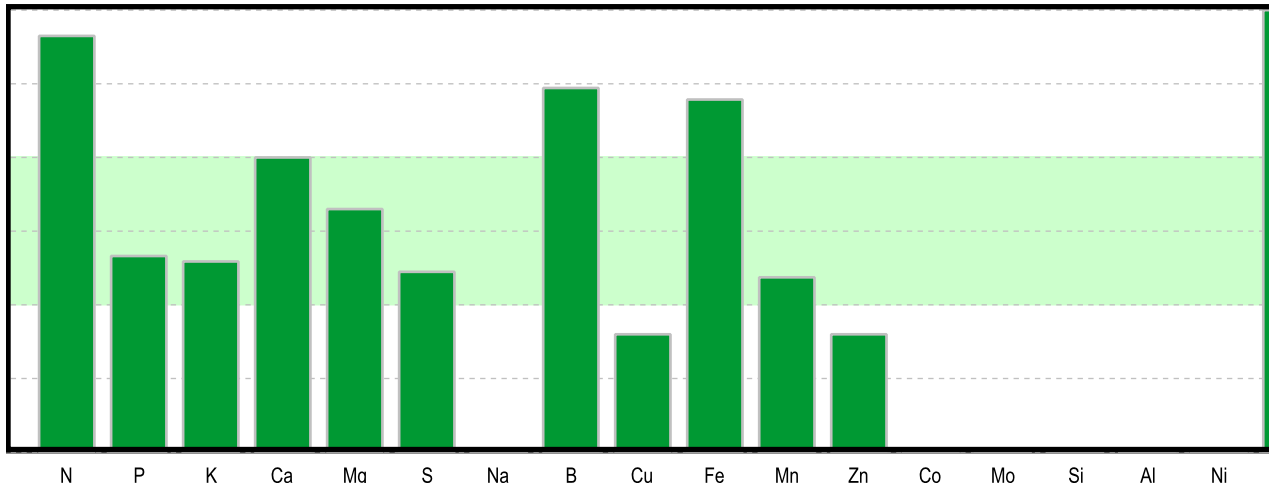
Nível ideais para cultura: CAFÉ

Fonte: Boletim Técnico, 100, IAC, 1997.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
26 - 32	1.2 - 2	18 - 25	10 - 15	3 - 5	1.5 - 2	-

B	Cu	Fe	Mn	Zn
50 - 80	10 - 20	50 - 200	50 - 200	10 - 20

#### Fertigrama da Planta:



Elementos Analisados

Nível Ideal

#### Observações:

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica.

P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico.

B = Colorimétrico Azometina-H.

ns = Não Solicitado

O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.

Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Este laudo não tem fins jurídicos.



**GABRIELLA CORRÊA ASSIS**

Responsável Técnico

CREA: 353758-MG

### Laudo de Análise de Tecido Vegetal

Laudo Nº 2689/2025    Entrada: 26/06/2025    Gerado: 30/06/2025

Solicitante: CARLOS MELO

Município: Patrocínio - MG

Proprietário: CARLOS MELO

Telefone: (34)99873-6701

Propriedade: TCC

Convênio: AGROCP

#### Resultados da Análise Foliar:

Amostra: T-06 COMP

##### Macronutrientes

##### Micronutrientes

N	P	K	Ca	Mg	S	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn
g kg <sup>-1</sup>							mg kg <sup>-1</sup>				
40,1	1,3	20,2	15,0	4,1	1,5	ns	113	8	341	51	10

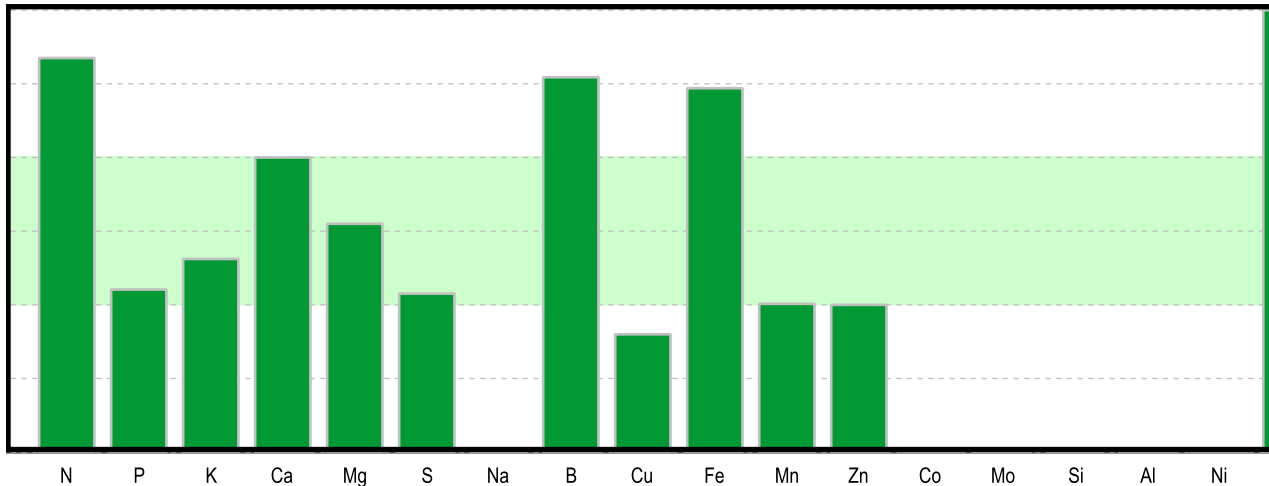
Nível ideais para cultura: CAFÉ

Fonte: Boletim Técnico, 100, IAC, 1997.

N	P	K	Ca	Mg	S	Na
26 - 32	1.2 - 2	18 - 25	10 - 15	3 - 5	1.5 - 2	-

B	Cu	Fe	Mn	Zn
50 - 80	10 - 20	50 - 200	50 - 200	10 - 20

#### Fertigrama da Planta:



Elementos Analisados

#### Observações:

N - [N Total] = Digestão Sulfúrica.

P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico.

B = Colorimétrico Azometina-H.

ns = Não Solicitado

O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.

Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.

Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.

Este laudo não tem fins jurídicos.



**GABRIELLA CORRÊA ASSIS**

Responsável Técnico

CREA: 353758-MG

### Quadro da análise de variância – MASSA SECA CAULE

---

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	5	69.024	13.8047	3.3203	0.014736
Residuo	35	145.519	4.1577		
Total	40	214.542			

---

CV = 16.37 %

---

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-wilk )

valor-p: 0.9149181

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residu os podem ser considerados normais.

---

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.7867338

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

---

Teste de Tukey

---

Grupos Tratamentos Medias

a	T3	13.79471
ab	T4	13.54343
ab	T2	13.21457
ab	T1	12.59729
ab	T5	11.10083
b	T6	10.28429

---

### Quadro da análise de variância – MASSA SECA RAIZ

---

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	5	124.31	24.861	1.3984	0.24889
Residuo	35	622.26	17.779		
Total	40	746.57			

---

CV = 25.36 %

---

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-wilk )

valor-p: 0.02509242

ATENCAO: a 5% de significancia, os residuos nao podem ser considerados normais!

---

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.1388546

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

---

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

---

	Niveis	Medias
1	T1	17.71043
2	T2	17.78214
3	T3	18.26943
4	T4	17.31229
5	T5	14.91100
6	T6	13.53529

### Quadro da análise de variância – MASSA SECA FOLHA

---

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	5	128.80	25.759	2.2521	0.070697
Residuo	35	400.33	11.438		
Total	40	529.13			

---

CV = 21.97 %

---

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-wilk )

valor-p: 0.1488934

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

---

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.4790173

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

---

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

---

	Niveis	Medias
1	T1	14.34500
2	T2	15.99886
3	T3	17.94814
4	T4	16.62143
5	T5	14.92150
6	T6	12.44243

### Quadro da análise de variância – BIOMETRIA AREA FOLIAR

---

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	5	2504416	500883	2.3064	0.065205
Residuo	35	7600898	217169		
Total	40	10105314			

---

CV = 34.91 %

---

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-wilk )

valor-p: 0.4528935

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

---

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.5462189

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

---

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

---

	Niveis	Medias
1	T1	1202.7547
2	T2	1279.8419
3	T3	1680.4034
4	T4	1566.0723
5	T5	1352.4312
6	T6	929.6798

### Quadro da análise de variância – BIOMETRIA ALTURA DE PLANTA

---

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	5	325.80	65.160	2.8774	0.028033
Residuo	35	792.59	22.645		
Total	40	1118.39			

---

CV = 13.74 %

---

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-wilk )

valor-p: 0.9057207

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

---

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.5492882

De acordo com o teste de bartlett a 5% de significancia, as variancias podem ser consideradas homogeneas.

---

Teste de Duncan

---

Grupos	Tratamentos	Medias
a	T3	37.78571
a	T1	37
ab	T4	36.07143
ab	T2	34.92857
b	T5	30.75
b	T6	30.64286

---

### Quadro da análise de variância – BIOMETRIA DIAMETRO DE CAULE

---

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	5	11.710	2.3421	2.2175	0.074429
Residuo	35	36.966	1.0562		
Total	40	48.677			

---

CV = 15.68 %

---

Teste de normalidade dos residuos ( Shapiro-wilk )

valor-p: 0.6113374

De acordo com o teste de Shapiro-wilk a 5% de significancia, os residuos podem ser considerados normais.

---

Teste de homogeneidade de variancia

valor-p: 0.01116867

ATENCAO: a 5% de significancia, as variancias nao podem ser consideradas homogeneas!

---

De acordo com o teste F, as medias nao podem ser consideradas diferentes.

---

Niveis	Medias
1	T1 6.274286
2	T2 6.885714
3	T3 7.425714
4	T4 6.657143
5	T5 6.303333
6	T6 5.741429

**Kruskal-wallis rank sum test - NÃO PARAMETRICO FOLHA**

data: N\_Folhas by Tratamento  
Kruskal-wallis chi-squared = 12.61, df = 5, p-value = 0.02732

**TEST dunn folhas**

Kruskal-wallis rank sum test  
data: x and group  
Kruskal-wallis chi-squared = 12.6103, df = 5, p-value = 0.03  
Comparison of x by group  
(Benjamini-Hochberg)

Col Mean-					
Row Mean	T1	T2	T3	T4	T5
T2	-0.435815 0.4144				
T3	-2.190251 0.1069	-1.754436 0.1190			
T4	-0.715184 0.3559	-0.279368 0.4500	1.475067 0.1502		
T5	-0.177149 0.4297	0.241568 0.4335	1.927175 0.1012	0.509976 0.4160	
T6	1.273921 0.1689	1.709737 0.1091	3.464173 0.0040*	1.989106 0.1167	1.401094 0.1511

alpha = 0.05 Reject Ho if p <= alpha/2

**Kruskal-wallis rank sum test - NÃO PARAMETRICO NÓS**

data: N\_Nos by Tratamento  
Kruskal-wallis chi-squared = 10.409, df = 5, p-value = 0.06444