

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

WINICIUS BAQUIAO DUTRA

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO CAFÉ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
MINERAL E ORGANOMINERAL EM MONTE CARMELO, REGIÃO DO CERRADO
MINEIRO

Monte Carmelo
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

WINICIUS BAQUIAO DUTRA

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO CAFÉ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
MINERAL E ORGANOMINERAL EM MONTE CARMELO, REGIÃO DO CERRADO
MINEIRO

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
2024

WINICIUS BAQUIAO DUTRA

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO CAFÉ EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO
MINERAL E ORGANOMINERAL EM MONTE CARMELO, REGIÃO DO CERRADO
MINEIRO

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, 1 de fevereiro de 2024

Banca Examinadora

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

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

Prof^{ta}. Dra. Franscinely Aparecida de Assis
Membro da Banca

Monte Carmelo
2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, saúde, persistência e força para caminhar em busca do meu sonho, dentre todos os obstáculos que encontrei na minha jornada.

A minha orientadora Prof^a Gleice Aparecida de Assis, pelo profissionalismo, paciência e toda contribuição para o desenvolvimento da minha carreira profissional.

A todos os meus amigos, colegas e parentes, que me ajudaram no desenvolvimento das minhas atividades acadêmica e pessoal.

Ao grupo de estudos NECACER (Núcleo de Estudos em Cafeicultura do Cerrado), onde fui integrante, com desenvolvimento de projetos que foram fundamentais para minha carreira profissional.

A todas as pessoas que contribuíram e ajudaram a desenvolver esse projeto na minha jornada acadêmica.

A todos os professores da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo.

A Universidade Federal de Uberlândia por disponibilizar o curso de Agronomia em Monte Carmelo-MG com os melhores profissionais de ensino, técnicos e servidores, que contribuíram direta e indiretamente no meu desempenho.

E a todos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....
ABSTRACT
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVO	7
3 REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 Cultura do cafeeiro	7
3.2 Adubação mineral.....	9
3.3 Adubação organomineral.....	10
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1 Área experimental e tratamentos	11
4.2 Características avaliadas.....	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6 CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	20

RESUMO

O Cerrado Mineiro se destaca como uma das principais regiões produtoras de café, em virtude das tecnologias aplicadas ao manejo e pelas condições climáticas. Por outro lado, como forte característica da região, os solos apresentam fatores químicos que tornam o manejo do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) mais difícil para os produtores, pois os solos apresentam acidez elevada. Neste sentido, o presente trabalho propõe avaliar a produtividade, qualidade de bebida do café e a classificação física dos grãos em função da adubação mineral e organomineral em Monte Carmelo, Minas Gerais. O experimento foi realizado na Fazenda Araras, localizada no município de Monte Carmelo, Minas Gerais. O plantio da lavoura foi realizado em dezembro de 2016, utilizando mudas da cultivar MGS Paraíso 2. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco blocos e seis tratamentos, sendo eles: (T1) 100% do tratamento organomineral, (T2) 70% do tratamento organomineral, (T3) 50% do tratamento organomineral, (T4) 100% do tratamento mineral, (T5) tratamento padrão da propriedade e (T6) 70% do tratamento mineral. Em julho de 2020 e 2021, foi realizada a colheita por meio da derriça manual no pano, sendo avaliadas as seguintes características: produtividade (sacas beneficiadas de 60 kg ha⁻¹), classificação física quanto ao tamanho e formato dos grãos e análise sensorial conforme protocolo da *Specialty Coffee Association of America*. Não houve diferença na produtividade média do cafeeiro e na qualidade da bebida no biênio 2020 e 2021 em função do uso de doses e fontes de adubo. Em 2020, a utilização de 50% da fonte organomineral e 70% e 100% da fonte mineral favoreceu a classificação física dos grãos, promovendo maior percentual de café chato graúdo.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica* L., fertilização, parâmetros produtivos.

ABSTRACT

The Cerrado Mineiro stands out as one of the main coffee producing regions, due to the technologies applied to management and the climatic conditions. On the other hand, as a strong characteristic of the region, the soils present chemical factors that make coffee (*Coffea arabica* L.) management more difficult for producers, as the soils have high acidity. In this sense, the present work proposes to evaluate the productivity, drinking quality of coffee and the physical classification of the beans as a function of mineral and organomineral fertilization in Monte Carmelo, Minas Gerais. The experiment was carried out at Fazenda Araras, located in the municipality of Monte Carmelo, Minas Gerais. The crop was planted in December 2016, using seedlings of the MGS Paraíso 2 cultivar. The experimental design used was in randomized blocks, with five blocks and six treatments, namely: (T1) 100% of the organomineral treatment, (T2) 70% of organomineral treatment, (T3) 50% of organomineral treatment, (T4) 100% of mineral treatment, (T5) property standard treatment and (T6) 70% of mineral treatment. In July 2020 and 2021, the harvest was carried out through manual stripping of the cloth, with the following characteristics being evaluated: productivity (benefited bags of 60 kg ha⁻¹), physical classification regarding the size and shape of the grains and sensory analysis according to protocol of the Specialty Coffee Association of America. There was no difference in the average coffee productivity and quality of the drink in 2020 and 2021 depending on the use of fertilizer doses and sources. In 2020, the use of 50% of the organomineral source and 70% and 100% of the mineral source favored the physical classification of the beans, promoting a higher percentage of large flat coffee.

KEYWORDS: *Coffea arabica* L., fertilization, production parameters.

1 INTRODUÇÃO

O café é um produto nobre do agronegócio e principal pauta para as exportações do Brasil, ocupando lugar de destaque na história do desenvolvimento do país. O Brasil é o maior produtor mundial, produzindo em 2023, 55 milhões de sacas beneficiadas (Companhia Nacional de Abastecimento - Conab, 2023).

Aportes significativos para qualidade do café produzido, como certificação de origem, práticas agrícolas adequadas e cultivares apropriadas têm sido implementados nos últimos anos, contribuindo para obtenção de produto de alto valor agregado e comercializado no mercado mundial.

A elevada quantidade de café produzido no Brasil é alcançada em virtude da expressividade do cafeeiro em cada região do país. Certificada como Região de Origem, o Cerrado Mineiro se destaca pelas condições climáticas favoráveis e práticas de produção que proporcionam altas produtividades e qualidade da bebida. A produção obtida em 2023 na região do Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste de Minas Gerais foi de 7,59 milhões de sacas de café beneficiado (Conab, 2023). Como forte característica da região, os solos apresentam fatores químicos, como acidez elevada, que tornam o manejo do cafeeiro mais dependente de tecnologias que possam aumentar a fertilidade e, conseqüentemente, propiciar elevadas produções.

O aumento da produtividade nestas áreas de baixa fertilidade é devido à constante busca por tecnologias e pesquisas com base no manejo sustentável da lavoura como aliados ao produtor para driblar as limitações encontradas. Um grande problema enfrentado na nutrição do cafeeiro é a fixação de elementos pelo solo ou sua perda, por lixiviação e volatilização (Fagundes *et al.*, 2017).

A fertilização se torna uma prática indispensável e importante para proporcionar obtenção de altas produtividades. Segundo Francioli *et al.* (2016) a fonte e a dose de fertilizante a ser utilizada é uma escolha importante, contribuindo também com as propriedades químicas e biológicas do solo.

Deste modo, o uso de fertilizantes orgânicos e organominerais, além de possibilitar um maior equilíbrio ecológico ao sistema, por promover um aumento da fertilidade do solo, também melhora os seus atributos físicos, como elevação da porosidade do solo, e biológicos como o aumento da atividade de microrganismos. O uso de organominerais produzidos a

partir de resíduos orgânicos pode incorporar nutrientes de plantas ao processo produtivo, favorecendo a ciclagem desses elementos. Isso pode levar a uma diminuição da dependência externa de fertilizantes minerais e, assim, minimizar o impacto ambiental (Zonta *et al.*, 2016).

Além da produtividade, a qualidade da bebida ganhou espaço como fator determinante para o manejo da lavoura cafeeira, principalmente cafés destinados à exportação. Malavolta (2000) descreve que a qualidade do café é o conjunto de características sensoriais do grão ou da bebida que imprimem a este produto determinado valor comercial. O café pode ter várias influências na caracterização de sua bebida, como a cultivar escolhida, os aspectos climáticos e de manejo, e ainda o processo de beneficiamento (Moreira *et al.*, 2019).

Desta forma, é de grande importância fornecer ao cafeicultor informações sobre fontes e doses de adubo que possam proporcionar aumento de produtividade, aliado à qualidade sensorial da bebida e tamanho dos grãos, visando maior valor agregado ao produto e obtenção de maior lucratividade.

2 OBJETIVO

Neste sentido, o presente trabalho propõe avaliar a produtividade e a qualidade de bebida do café em função da adubação mineral e organomineral em Monte Carmelo, Minas Gerais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultura do cafeeiro

Desde a chegada do café em meados do século XVIII, essa *commodity* apresenta função econômica e social de grande importância para a economia brasileira. A princípio, restrita ao Pará e Maranhão, a produção de café expandiu-se e, atualmente, são quinze estados

produtores, com destaque para Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo. Segundo Fernandes *et al.* (2012), a cafeicultura estabeleceu-se no Brasil inicialmente em regiões onde o clima proporcionou um balanço hídrico favorável ao desenvolvimento da cultura.

O cafeeiro pertence à família Rubiaceae e gênero *Coffea*, sendo representado por mais de 120 espécies, destacando-se economicamente o *Coffea arabica* L. (café arábica) e *C. canephora* Pierre (café robusta ou conilon) (Damatta; Ramalho, 2006; Davis *et al.*, 2011). A espécie cafeeira mais cultivada, tanto no Brasil, quanto no mundo, é o *C. arabica*, originária do continente africano, região caracterizada por altitudes elevadas, com excelente precipitação pluvial anual média (Ferrão, 2004).

De acordo com *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – (Faostat, 2020) o Brasil é o maior produtor mundial de café, produzindo no ano de 2023, 38,9 e 16,17 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas de café arábica e conilon, respectivamente (Conab, 2023). O café conilon, por apresentar maior rusticidade e tolerância a estresses bióticos e abióticos, apresenta elevadas produtividades, o que justifica a produção de 16,17 milhões de sacas em apenas 19% da área total destinada à cafeicultura no Brasil. A cafeicultura ocupa, atualmente, uma área de 2,2 milhões de hectares no país, o que representa um aumento de 0,6% em relação à área da safra anterior, sendo que aproximadamente 81% correspondem ao cultivo do café arábica (Conab, 2023).

O agronegócio brasileiro tem o café como um dos principais produtos exportados, tendo impacto direto no cumprimento de metas sociais, bem como no desenvolvimento da economia do país (Organização Internacional do Café - OIC, 2019). No entanto, alguns fatores abióticos, como deficiências nutricionais e condições climáticas, e bióticos, como pragas e doenças, podem reduzir consideravelmente sua produtividade e qualidade dos grãos (Pozza; Carvalho; Chalfoun, 2010), afetando consequentemente o valor e a expressividade do produto no mercado.

Além da produtividade, a qualidade do grão produzido está diretamente relacionada à qualidade da bebida, fator este que ao longo das últimas décadas vem sendo cada vez mais exigido pelo mercado exportador. Este rápido crescimento na exportação de produtos de café processado (instantâneo, grãos torrados, torrado moído, especial, orgânico etc.) de alta qualidade aliado a tendências de produção mais sustentáveis e manejos eficientes podem oferecer uma variedade ampla de cafés, conferindo vantagem competitiva sobre outros países produtores e exportadores (Silva *et al.*, 2016).

3.2 Adubação mineral

O aumento da produtividade do cafeeiro tem como componente importante o uso mais eficiente de adubos. Fertilizantes minerais são produtos de natureza inorgânica, naturais ou sintéticos, fornecedores de nutrientes aos vegetais. Pode ser encontrados como fertilizantes minerais simples, mistos e complexos. Os fertilizantes simples são constituídos fundamentalmente de um composto químico e pode conter um ou mais nutrientes. Os fertilizantes mistos ou complexos possuem a viabilidade de aplicação de maior número de nutrientes em uma mesma operação (Malavolta *et al.*, 2002).

A adubação mineral é uma prática milenar nos manejos de solos de baixa fertilidade. Andrade *et al.* (2020) relatam que o Brasil ocupa a quarta posição de maior consumidor de fertilizantes do mundo, chegando a importar cerca de 70% dos produtos usados na fabricação de fertilizantes, posição que está atrás da China, Índia e Estados Unidos. Essa dependência pode ser explicada pela menor viabilidade econômica de extração dos recursos minerais no território nacional que venham a ser utilizados como matéria prima, como gás natural para fabricação de adubos nitrogenados, rochas fosfáticas e potássicas.

A alta demanda nutricional do cafeeiro no campo pode atingir recomendações entre 80 a 450 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 50 a 450 kg ha⁻¹ de potássio (K₂O) e de 10 a 80 kg ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) (Guimarães *et al.*, 1999), sendo o preço dos fertilizantes um dos itens que mais onera os custos de produção (Vilela *et al.*, 2011). Essa grande demanda nutricional intrínseca, aliada a práticas como adoção de sistemas de plantios mais adensados e implantação de lavouras em solos de baixa a média fertilidade natural, tem levado os cafeicultores a dependência do uso de fertilizantes químicos visando o incremento de produtividade e obtenção de boa qualidade da bebida (Guimarães; Reis, 2010; Amaral *et al.*, 2012).

Apesar do fornecimento de nutrientes via adubação mineral ser uma prática que disponibiliza de maneira rápida macro e micronutrientes para as culturas, existem desvantagens (Teixeira *et al.*, 2006), tais como: o uso excessivo de adubos nitrogenados e aumento nos custos de produção e danos ambientais, como exemplo a eutrofização e contaminação de águas subterrâneas (Mira *et al.*, 2017).

3.3 Adubação organomineral

Dentro da temática de fornecimento de nutrientes para o cafeeiro, muitas tecnologias em fertilizantes foram desenvolvidas com a finalidade de maximizar esse processo, tornando-o mais eficiente e sustentável. Uma das tecnologias disponíveis para atender essa demanda inclui os fertilizantes organominerais (Silva *et al.*, 2019).

O fertilizante organomineral é caracterizado pelo enriquecimento de adubos orgânicos com fertilizantes minerais. Pode ser empregado em menores quantidades por área, além de menor custo de transporte, em virtude da maior concentração de nutrientes em relação aos fertilizantes orgânicos (Fernandes; Testzlaf, 2002).

De acordo com Malta *et al.* (2007) o uso exclusivo de adubos orgânicos na cultura do cafeeiro, implica em resultados negativos de produção em relação ao sistema de adubação convencional (Assis; Romeiro, 2004), sendo recomendável a associação de adubos orgânicos e minerais para obtenção do equilíbrio ideal entre os nutrientes, contribuindo com o comportamento vegetativo e produtivo do cafeeiro.

Ademais, nos últimos anos, decorrente das demandas por compostos eficientes e pela necessidade do aproveitamento dos resíduos na agricultura, expandiu-se o segmento de fertilizantes organominerais (Santos, 2014). Por meio do Plano Nacional de Fertilizantes, o Ministério da Agricultura tem promovido medidas de incentivo às pequenas e médias indústrias regionais para a produção dos fertilizantes alternativos (Benites *et al.*, 2010).

Diversos estudos já realizados, têm comprovado que o uso de fertilizantes organominerais proporciona grandes benefícios para o manejo do cafeeiro, principalmente em condições de solos de cerrado, com desbalanço nutricional e/ou desequilíbrio químico e físico. Em pesquisas utilizando exclusivamente adubos orgânicos na condução das lavouras, Assis e Romeiro (2004) descreveram resultados negativos de produção em relação ao sistema convencional. Por outro lado, em pesquisa sobre o uso de fertilizante organomineral aplicado isoladamente e em dose única na cultivar “Catuaí Amarelo IAC-62”, Sandy e Queiroz (2018) observaram resultados de produtividade similares aos alcançados pelas plantas fertilizadas com fontes exclusivamente minerais, confirmando o potencial de uso com eficiência econômica e agrônômica das formulações organominerais.

Segundo Junek *et al.* (2014), os benefícios desses fertilizantes podem ser percebidos nas propriedades físico-químicas do solo, permitindo redução de doses e de parcelamentos, com apenas duas ou três aplicações. No entanto, os efeitos diretamente relacionados à produtividade e

qualidade da bebida não são claros, sendo necessárias pesquisas que relacionem o uso da adubação organomineral nos fatores de interesse do produtor e do mercado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental e tratamentos

O experimento foi realizado na Fazenda Araras, localizada em Monte Carmelo, Minas Gerais. As coordenadas geográficas do experimento são 18° 43' 19,5" S e 47° 32' 16,1" W, situada a 898 m de altitude. O plantio da lavoura foi efetuado em dezembro de 2016, utilizando-se mudas da cultivar MGS Paraíso 2, no espaçamento de 3,8 m entre linhas e 0,6 m entre plantas (Figura 1), totalizando 4.385 plantas por hectare. A correção no sulco de plantio foi realizada mediante aplicação de 300 g de calcário com 95% de Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) por metro linear e a adubação no sulco mediante a aplicação de 2,5 kg de matéria orgânica, 400 g de gesso, 350 g do formulado 05-37-00 (N – P₂O₅ – K₂O) por metro linear. Todas essas práticas foram realizadas de acordo com as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (Guimarães *et al.*, 1999). A área cultivada foi irrigada por sistema de gotejamento, com espaçamento entre os gotejadores de 0,6 m e vazão de 2,3 L h⁻¹.



Figura 1. Área experimental.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (Santos *et al.*, 2018). Na Tabela 1 é apresentada a análise química do solo da área experimental na profundidade de 0 a 0,20 m no mês de julho de 2019 e 2020.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental

Característica	2019	2020
pH (H ₂ O)	6,1	5,8
Fósforo (P) – mg dm ⁻³	36,2	4,8
Potássio (K) - cmol _c dm ⁻³	0,84	0,2
Cálcio (Ca ²⁺) – cmol _c dm ⁻³	2,7	3,4
Magnésio (Mg ²⁺) – cmol _c dm ⁻³	0,8	1,4
S (SO ₄ ²⁻) - mg dm ⁻³	9,0	5,0
Alumínio (Al ³⁺) – cmol _c dm ⁻³	0,0	0,0
H+Al (Extrator SMP) – cmol _c dm ⁻³	1,7	2,06
Soma de bases trocáveis (SB) – cmol _c dm ⁻³	4,3	5,02
CTC a pH 7,0 (T) - cmol _c dm ⁻³	6,0	7,1
Índice de saturação por bases (V) - %	72	71
Índice de saturação de alumínio (m) - %	0,0	0,0
Zinco (Zn) – mg dm ⁻³	1,7	1,1
Ferro (Fe) – mg dm ⁻³	28	16,00
Manganês (Mn) – mg dm ⁻³	4,2	3,1
Cobre (Cu) – mg dm ⁻³	1,5	1,2
Boro (B) – mg dm ⁻³	0,2	0,2
MO (dag kg ⁻¹)	2,0	2,5

SB: Soma de bases; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio; t: CTC efetiva; T: CTC potencial; MO: Matéria orgânica. Métodos de extração: P, K, Na = Mehlich⁻¹; S-SO₄²⁻ = [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.

A adubação dos tratamentos foi realizada manualmente (Figura 2) de acordo com a produtividade esperada e teor dos nutrientes no solo, conforme Guimarães *et al.* (1999). Em 2019 foi utilizado como base para o cálculo de quantidade de nutrientes a produtividade de 50 a 60 sacas ha⁻¹ e em 2020 produtividade de 20 a 30 sacas ha⁻¹, sendo demonstrado na Tabela 2 as doses e fontes aplicadas em cada tratamento.



Figura 2. Distribuição manual do fertilizante a lanço.

Tabela 2. Fontes e doses de adubo aplicadas no solo em 2019 e 2020

Tratamento	Fontes safra 19/20	Doses de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O (kg ha ⁻¹) safra-19/20	Fontes safra 20/21	Doses de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O (kg ha ⁻¹) safra-20/21
T1	Formulado 25-00-00	250 de N	Formulados 25-00-00, 05-26-00 e 00-00-32	450 de N, 80 de P ₂ O ₅ e 340 de K ₂ O
T2	Formulado 25-00-00	175 de N	Formulados 25-00-00, 05-26-00 e 00-00-32	315 de N, 56 de P ₂ O ₅ e 238 de K ₂ O
T3	Formulado 25-00-00	125 de N	Formulados 25-00-00, 05-26-00 e 00-00-32	225 de N, 40 de P ₂ O ₅ e 170 de K ₂ O
T4	Nitrato de amônio	250 de N	Ureia, MAP e Cloreto de Potássio	450 de N, 80 de P ₂ O ₅ e 340 de K ₂ O
T5	Ureia, MAP, Cloreto de Potássio, formulado 20-05-20	94 de N, 7 de P ₂ O ₅ e 53 de K ₂ O	Ureia, MAP, Cloreto de Potássio, formulado 20-05-20	190 de N, 55 de P ₂ O ₅ e 310 de K ₂ O
T6	Nitrato de amônio	175 de N	Ureia, MAP e Cloreto de Potássio	315 de N, 56 de P ₂ O ₅ e 238 de K ₂ O

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco blocos e seis tratamentos, sendo eles: (T1) 100% do tratamento com organomineral, (T2) 70% do tratamento com organomineral, (T3) 50% do tratamento com organomineral, (T4) 100% da adubação mineral, (T5) tratamento padrão da propriedade e (T6) 70% da adubação mineral. Cada parcela experimental foi constituída por uma linha com 16 plantas, consideradas úteis as oito plantas centrais, sendo avaliadas 240 plantas no experimento.

4.2 Características avaliadas

As colheitas foram iniciadas quando o percentual de frutos verdes foi inferior à 10%, sendo realizada no mês de julho de 2020 e 2021 por meio da derrça manual no pano (Figura 3). Após determinação do volume produzido pela parcela em um balde graduado, foi retirada uma amostra de 10 L, a qual foi submetida à secagem em terreiro de concreto (Figura 3). Após os grãos de café atingirem umidade de 11%, determinado em um medidor de umidade GEHAKA® modelo 610i, foi determinada a massa e o volume do café em coco, com uma balança de precisão e balde graduado, respectivamente. Posteriormente, as amostras foram beneficiadas e submetidas à determinação da massa, volume e umidade do grão. A relação do volume inicial colhido no pano, o volume da amostra de 10 L do fruto colhido no pano e a massa da amostra já beneficiada forneceu a produtividade em quilo de cada parcela, que foi extrapolada para sacas ha^{-1} .



Figura 3. Colheita por derriça manual e separação das amostras para secagem.

A classificação quanto ao tamanho e formato dos grãos foi realizada segundo a Instrução normativa nº 8 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003). Uma amostra de 100 g de cada parcela experimental foi distribuída em um conjunto de peneiras dispostas na seguinte ordem: 19C, 13M, 18C, 12M, 17C, 11M, 16C, 10M, 15C, 9M, 14C, 13C, 8M e F, em que C refere-se a peneira de crivo redondo que separa o café chato, M a peneira de crivo oblongo que retém o café moca e a F corresponde à porção de café beneficiado que não ficou retida em nenhuma peneira, sendo denominada fundo. Posteriormente foi realizada a separação nas seguintes categorias: Chato graúdo (CG): peneiras 19, 18 e 17; Chato médio (CM): peneiras 16 e 15; Chato miúdo (CMI): peneira 14 e menores; Moca graúdo (MG): peneiras 13, 12 e 11; Moca médio (MM): peneira 10 e Moca miúdo (MMI): peneira 9 e menores.

Para a classificação sensorial, 300 g de café beneficiado de cada parcela foram levados para o Laboratório de Classificação e Análise de bebida da Cooperativa dos Cafeicultores do Cerrado de Monte Carmelo Ltda - monteCCer.

O ponto de torra das amostras para a análise sensorial seguiu os protocolos da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2008), com a torra mais clara que propicia o aparecimento nítido do sabor e aroma do café para melhor classificação da bebida. Posteriormente, foi realizada a moagem e a infusão do pó para prova. Os seguintes atributos foram avaliados pela metodologia SCAA: fragrância/aroma, sabor, finalização, acidez, corpo,

uniformidade, balanço, xícara, limpa (ausência de defeitos), doçura, nota geral e total final. Por meio da prova de xícara, as amostras foram classificadas quanto ao aroma e sabor (Tabela 3) e pontuados conforme metodologia SCAA (2008).

Tabela 3. Tabela oficial de classificação do café quanto ao aroma e sabor

Pontuação total	Descrição especial	Classificação
90,00-100,00	Exemplar	<i>Specialty Rare</i> (Especial Raro)
85,00-89,99	Excelente	<i>Specialialty Origin</i> (Especial Origin)
80,00-84,99	Muito bom	<i>Premium</i>
<80,00	Abaixo da <i>Qualidade Specialty</i>	Abaixo de <i>Premium</i>

Fonte: SCAA (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo software SPEEDSTAT (Carvalho e Mendes, 2017) avaliando as pressuposições de normalidade dos resíduos, homogeneidade de variâncias e aditividade dos blocos. Quando as variáveis respostas atenderam a todas as pressuposições foi realizado o teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos.

Para realizar a análise de variância de algumas variáveis da classificação física dos grãos da safra 2020 foram adotadas as seguintes transformações: Chato graúdo Box-Cox ($y+1$), $\lambda= 3,00$; Chato miúdo Box-Cox ($y+1$), $\lambda= -1,00$ e moca miúdo Box-Cox ($y+1$), $\lambda= -1,00$. Já para a safra 2021 foi necessário realizar a transformação apenas para moca graúdo com Box-Cox ($y+1$), $\lambda= 0,20$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produtividade no ano de 2020 houve diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de F ($p<0,05$). Já para produtividade em 2021 e média de biênio não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos pelo Teste de F ($p>0,05$).

Observa-se que a safra de 2020 é considerada baixa, apresentando média geral de 17 sacas ha^{-1} , e nesta condição o padrão fazenda apresentou média inferior comparado aos

demais tratamentos, sendo 8,3 sacas ha⁻¹ inferior à média geral. Já em 2021, ano considerado de safra alta com média geral de 77,73 sacas ha⁻¹, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade do cafeeiro (sacas ha⁻¹) em 2020, 2021 e média do biênio em função do uso de fontes de fertilizantes organominerais e minerais

Tratamentos	Produtividade 2020	Produtividade 2021	Média do biênio
100% organomineral	21,93 a	78,93 a	50,43 a
70% organomineral	17,42 a	71,82 a	44,62 a
50% organomineral	20,01 a	72,37 a	46,19 a
100% mineral	17,05 a	82,21 a	49,63 a
Padrão fazenda	9,29 b	88,10 a	48,69 a
70% mineral	19,84 a	72,98 a	46,41 a
Média	17,59	77,73	47,66
CV (%)	32,97	12,09	11,53

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Para média de biênio observa-se o comportamento dos tratamentos com mais confiabilidade por apresentar o somatório dos anos das safras baixa e alta. Verifica-se que os tratamentos 100% organomineral e 100% mineral apresentaram a mesma produtividade média (50 sacas ha⁻¹), desta forma, ambas as fontes utilizadas proporcionam resultados semelhantes, sendo significativamente igual aos demais tratamentos testados. Corrêia e Mota (2022) relatam que o fornecimento dos nutrientes é equivalente quando se utiliza adubos minerais ou organominerais, e quando há redução de 25% da dose recomendada, há queda da produtividade do cafeeiro, independente da fonte de adubo utilizada. Porém, o adubo organomineral contribui para elevação na matéria orgânica no solo por apresentar componentes orgânicos em sua formulação (Fernandes *et al.*, 2021; Soares, 2023) que pode trazer maiores benefícios ao solo.

Para a classificação física dos grãos no ano de 2020, houve diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de F ($p < 0,05$) para as categorias chato graúdo, chato médio e moca miúdo, não havendo diferenças para as demais categorias avaliadas (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação física dos grãos (%) de café em função do uso de fontes de fertilizantes organominerais e minerais safra 2020

Tratamentos	Chato graúdo	Chato médio	Chato miúdo	Moca graúdo	Moca médio	Moca miúdo
100% organomineral	40,48 b	25,95 a	2,86 a	16,72 a	10,55 a	3,44 a
70% organomineral	38,88 b	26,47 a	3,23 a	15,18 a	11,67 a	4,57 a
50% organomineral	49,42 a	17,93 b	1,77 a	18,63 a	10,10 a	2,15 b
100% mineral	48,73 a	19,50 b	2,22 a	17,73 a	9,21 a	2,60 b
Padrão fazenda	52,19 a	18,29 b	1,84 a	15,90 a	9,23 a	2,55 b
70% mineral	48,21 a	19,95 b	2,01 a	17,82 a	9,92 a	2,09 b
Média	46,32	21,34	2,32	17,00	10,11	2,89
CV (%)	39,29	24,74	18,90	16,64	15,68	9,98

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si por meio do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A aplicação dos tratamentos 100% e 70% da fonte organomineral apresentaram menores percentuais de grãos chatos graúdos em relação aos demais tratamentos. Comparando entre as fontes dos fertilizantes, observa-se que a utilização da dose 100% organomineral apresentou 8,25% de inferioridade no percentual de chato graúdo comparado com 100% mineral. Já para 70% do organomineral, ocorreu inferioridade de 9,33% comparada à 70% com a fonte mineral.

Na categoria chato médio, os tratamentos 100% e 70% da fonte organomineral apresentaram médias superiores aos demais. Comparando entre as fontes dos fertilizantes, observa-se que a utilização da dose 100% organomineral apresentou 6,45% de superioridade em relação ao 100% mineral. Já para 70% organomineral ocorreu superioridade de 6,52% comparado a 70% mineral. O mesmo comportamento ocorreu na categoria moca miúdo, onde os tratamentos 100% e 70% organomineral permanecem com médias superiores aos demais (Tabela 5).

Já na classificação física dos grãos no ano de 2021, não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de F ($p > 0,05$). As categorias chato graúdo e chato médio apresentaram médias gerais dos tratamentos de 35,90% e 39% (Tabela 6). Observa-se que todos os tratamentos apresentaram mais que 73% dos grãos no formato chato graúdo e chato médio.

Tabela 6. Classificação física dos grãos (%) de café em função do uso de fontes de fertilizantes organominerais e minerais safra 2021

Tratamentos	Chato graúdo	Chato médio	Chato miúdo	Moca graúdo	Moca médio	Moca miúdo
100% organomineral	37,11 a	36,30 a	5,17 a	8,86 a	9,09 a	5,19 a
70% organomineral	38,26 a	36,53 a	5,15 a	7,82 a	8,22 a	5,46 a
50% organomineral	32,79 a	42,17 a	4,97 a	7,60 a	8,47 a	4,92 a
100% mineral	32,60 a	42,82 a	4,91 a	7,62 a	7,23 a	5,84 a
Padrão fazenda	37,28 a	36,50 a	3,68 a	10,46 a	8,44 a	5,21 a
70% mineral	37,39 a	39,75 a	4,33 a	7,19 a	7,55 a	4,84 a
Média	35,90	39,01	4,70	8,26	8,17	5,24
CV (%)	21,35	19,93	30,75	28,61	17,54	16,14

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si por meio do teste F a 5% de probabilidade.

Cabral *et al.* (2020) relatam que as fontes organomineral e mineral não influenciaram na produtividade e rendimento da cultura da soja, o mesmo ocorreu com a cultura do milho diante os resultados de Guessser *et al.* (2021) e do cafeeiro (Rezende *et al.*, 2023). Ambos relatam que a ausência de diferença entre as fontes está relacionada à condição do solo, visto que quando os teores de nutrientes no mesmo estão adequados ou elevados, geralmente não há resposta das plantas à aplicação de diferentes fontes e doses de adubo.

Para pontuação da análise sensorial nos anos de 2020 e 2021 não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo Teste de F ($p > 0,05$). Todas as fontes e doses apresentaram descrição de qualidade se enquadrando na categoria *Premium* em ambos os anos de avaliação (Tabela 7).

Tabela 7. Pontuação da análise sensorial em função do uso de fontes de fertilizantes organominerais e minerais

FV	Análise sensorial 2020	Análise sensorial 2021
100% organomineral	81,65 a	82,05 a
70% organomineral	81,15 a	81,75 a
50% organomineral	82,20 a	82,90 a
100% mineral	81,40 a	80,85 a
Padrão fazenda	81,85 a	81,50 a
70% mineral	81,65 a	82,25 a
Média	81,65	81,88
CV (%)	0,83	1,42

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si por meio do teste F a 5% de probabilidade.

Nunes (2023) relata que as fontes de fertilizantes não influenciam na análise de qualidade de bebida, visto que esta classificação está relacionada diretamente com o manejo

adequado na pós-colheita, com ênfase na secagem e revolvimento dos frutos que não proporcionou a fermentação por microrganismos maléficos.

6 CONCLUSÕES

Não há diferença na produtividade média do cafeeiro nos anos de 2020 e 2021 em função do uso de doses e fontes de adubo mineral e organomineral.

A utilização da dose de 50% da fonte organomineral e 70% e 100% da fonte mineral favorece a classificação física dos grãos, promovendo maior percentual de café chato graúdo na safra de 2020.

A qualidade de bebida não é influenciada pelas doses e fontes de fertilizantes aplicadas na lavoura cafeeira.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. F. T., et al. **Fertilização do cafeeiro visando o desenvolvimento sustentável**. In: TOMAZ, M. A, et al. (Org.). Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura. 1ª ed. Alegre, ES: CAUFES, 2012. p.89-106.

ANDRADE, A., et al. Uso de ciência de dados para predição do consumo de fertilizantes no Brasil. In: BRAZILIAN E-SCIENCE WORKSHOP (BRESCI), 14, 2020, Cuiabá. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 9-16.

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 e Tecnologia**, v. 21, n.1, p. 143-168, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 8, de 11 de junho de 2003. **Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru**. Brasília, p. 22-29, 2003.

BENITES, V. M., et al. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos suínos e aves no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 2010, Guarapari. **Resumos...** Guarapari: FertBio, 2010.

CABRAL, F. L., et al. Níveis de fertilização de fósforo mineral e organomineral na cultura do Milho. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n.6, p.36414-36426 jun. 2020.

CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. Q. Speed Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. In: **Anais...** 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 24 – 28. Lavras, Minas Gerais: R.B.R.A.S., 333 p. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de café, safra 2023, quarto levantamento.** 2023. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 14 dez. 2023.

CORRÊIA, F. M. S.; MOTA, D. H. Efeito residual de macronutrientes na produtividade do cafeeiro submetido a diferentes doses e fontes de adubação. **Revista Perquirere**, vol.19, n.2, p.65-73,2022.

DAMATTA, F. M.; RAMALHO, J. D. C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 55-81, 2006.

DAVIS, A. P., et al. Growing coffee: *Psilanthus* (Rubiaceae) subsumed on the basis of molecular and morphological data implications for the size, morphology, distribution and evolutionary history of *Coffea*. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 167, p. 357-377, 2011.

FAGUNDES, A.V. *et al.* Utilização do organomineral multifertilizantes na nutrição do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais [...]**. 2017. v. 10, p. 421-421.

FERNANDES, A. L. T., et al. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v.42, n.2, p.231-240, 2012.

FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n.1, p 45-50, 2002.

FERNANDES, A. L. T.; et al. Adubação orgânica e organomineral do cafeeiro irrigado por gotejamento. **Revista Agronegócio e meio Ambiente**, v. 14, Supl.1, e8621, 2021.

FERRÃO, A. M. A. **Arquitetura do café**. Campinas. Editora da UNICAMP. São Paulo, SP. Imprensa oficial do Estado de São Paulo, 2004. p. 296.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. **Crops 2018**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 05 de jul. 2021.

FRANCIOLI, D., et al. Mineral vs. organic amendments: microbial community structure, activity and abundance of agriculturally relevant microbes are driven by long-term fertilization strategies. **Frontiers in microbiology**, v. 7, p. 1446, 2016.

GUESSER, V. P., et al. Adubação organomineral e mineral e resposta da soja em terras baixas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.1, p. 2376-2390 jan. 2021.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais/CFSEMG, 1999.

GUIMARÃES, P. T. G.; REIS, T. H. P. Nutrição e Adubação do Cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Org). **Café Arábica do Plantio a Colheita**., 2010. p. 343-414.

JUNEK, J. O. M. O., et al. **Fertilizantes organominerais**. Instituto de Ciências da Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH), Araxá, 2014. Circular técnica 06.

MALAVOLTA, E. **História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2000. 464p.

MALAVOLTA, E., et al. Repartição de nutrientes nos ramos, flores e folhas do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 1017-1022, 2002.

MALTA, M. R., et al. Produtividade de lavouras cafeeiras (*Coffea arabica* L.) em conversão para o sistema orgânico de produção. **Coffee Science**, v.2, n.2, p-183, 2007.

MIRA, A.B., et al. Optimizing urease inhibitor usage to reduce ammonia emission following urea application over crop residues. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 248, p. 105-112, 2017.

MOREIRA, P. C. *et al.* Produtividade e economia de fatores de produção na cafeicultura brasileira. **Revista Política Agrícola**, [s. l], v. 28, n. 2, p. 6-21, 2019.

NUNES, J. H. C. Atributos químicos do solo, teores foliares de nutrientes e parâmetros produtivos de cafeeiro em função de fontes de fósforo. **Trabalho de conclusão de curso (TCC)**. Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ – OIC -. **Café Sustentável**. 2019. Disponível em: <http://www.ico.org/pt/sustainable_coffee_p.asp>. Acesso em: 20 jul. de 2021.

POZZA, E. A.; CARVALHO, V. L.; CHALFOUN, S. M. Sintomas de injúrias causadas por doenças em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P.(Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Lavras: UFLA, p. 69-101, 2010.

REZENDE, C. I. P. et al. Multispectral images for discrimination of sources and doses of fertilizer in coffee plants. **Revista Ceres**, 2023.

SANDY, E. C.; QUEIROZ, I. R. Avaliação de fertilizantes organominerais na cultura do café na região da Alta Mogiana. **Revista Attalea Agronegócios**. 2018. Disponível em: < <https://revistadeagronegocios.com.br/avaliacao-de-fertilizantes-organominerais-na-cultura-do-cafe-na-regiao-da-alta-mogiana-eder-sandy/>>. \Acesso em: 25 jul. 2021

SANTOS, B. Investimento certo. **Dinheiro Rural**, São Paulo, v. 9, n. 118, 2014. Disponível em: <www.dinheirorural.com.br/secao/melhores-da-dinheiro-rural/osegredo-e-investir>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SANTOS, H. G., et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed, Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356p.

SILVA, J. A. et al. Genetic diversity among coffee tree progenies *Big Coffee VL* based on growth traits and production. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 4, p. 1-8, 2016.

SILVA, V. F.; et al. Production of chili pepper under organic fertilization and irrigation with treated wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 84-89, 2019.

SOARES, M. O. Q. S. Indicadores de qualidade do solo sob cultivo do cafeeiro em função de doses de adubo mineral e organomineral. **Trabalho de conclusão de curso (TCC)**. Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. (2008, dezembro). **Cupping Protocols**. Disponível em: < http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCAA_CuppingProtocols_TSC_DocV_RevDec08_Portuguese.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021

TEIXEIRA, K. R. G., et al. Efeito da adição de lodo de curtume na fertilidade do solo, nodulação e rendimento de matéria seca do caupi. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 1071-1076, 2006.

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

ZONTA, E., et al. Uso de tortas de oleaginosas na agricultura. In: Moura Brasil, N. do A. S.; CHAGAS, C.I.; Zonta, E. (Org.) **Impactos Ambientais Provenientes da Produção Agrícola: Experiências Argentinas e Brasileiras**. v. 1, p. 561 - 588, 2016.