



Influência de fontes e doses de nutrientes na uniformidade de maturação e produtividade do cafeeiro

Influence of nutrient sources and doses on the uniformity of ripening and productivity of coffee trees

DOI: 10.55905/revconv.17n.1-559

Recebimento dos originais: 29/12/2023

Aceitação para publicação: 31/01/2024

Diego Henrique da Mota

Mestre em Agronomia

Instituição: Centro Universitário de Patos de Minas

Endereço: Patos de Minas - Minas Gerais, Brasil

E-mail: diegoh@unipam.edu.br

Marcelo Fagioli

Doutor em Agronomia

Instituição: Universidade de Brasília (UNB)

Endereço: Brasília - Distrito Federal, Brasil

E-mail: mfagioli@unb.br

Flávia Marina Sousa Correia

Graduanda em Agronomia

Instituição: Centro Universitário de Patos de Minas

Endereço: Patos de Minas - Minas Gerais, Brasil

E-mail: flaviamarina@unipam.edu.br

Juaci Vitória Malaquias

Mestre em Ciências de Materiais

Instituição: Embrapa Cerrados

Endereço: Brasília - Distrito Federal, Brasil

E-mail: juaci.malaquias@embrapa.br

Renato Fernando Amabile

Doutor em Agronomia

Instituição: Embrapa Cerrados

Endereço: Brasília - Distrito Federal, Brasil

E-mail: renato.amabile@embrapa.br

RESUMO

A cultura do cafeeiro é influenciada por diversos fatores em seu desenvolvimento e produtividade. Dessa maneira, a demanda nutricional é um fator limitante da planta, sendo imprescindível fornecer os nutrientes por meio da adubação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade, a massa de grãos e a uniformidade de maturação de uma lavoura de café submetida a diferentes fontes e doses de nutrientes. O experimento foi instalado em delineamento



experimental em blocos casualizados, no esquema fatorial 3x4 com quatro repetições, sendo três fontes de nutrientes (convencional, polimerizado e organomineral) em quatro doses (50, 75, 100 e 125% da dose recomendada). As plantas foram colhidas pelo método de derriça no pano. Foi avaliada a produtividade, o grau de maturação e a massa de grãos. O tratamento que apresentou maior uniformidade de maturação foi o polimerizado à 100%, na safra 21/22. Os valores encontrados para a massa de grãos frescos, apresentaram que os tratamentos com melhor desempenho foram às doses de 100 e 125% na safra 22/23. A safra 21/22 apresenta ainda interação para os dois fatores analisados mostrando que as fontes convencionais e polimerizadas apresentaram maiores médias nas doses de 125%. A massa de grãos secos apresentou resultados superiores na safra 20/21 nas doses de 100 e 125%, havendo também interação para este parâmetro na safra 22/23 mostrando desempenho inferiores para fontes polimerizadas e organominerais a 50 e 75%. Os grãos beneficiados demonstraram maiores valores na safra 21/22 para as doses 100 e 125%, enquanto na safra 22/23, houve interação indicando desempenho abaixo das demais para a fonte convencional à 75%. Os valores de produtividade, apresentaram interação na safra 21/22, indicando maiores produtividades para as fontes polimerizadas e organomineral nas doses de 100 e 125%, enquanto a fonte convencional apresentou resultados superiores em todas as doses testadas. Na safra 22/23 apresentaram um desempenho inferior para as doses de 50%. A fonte polimerizada proporcionou maior uniformidade de maturação. A massa de grãos frescos, secos e beneficiados foi beneficiada por doses elevadas como 100 e 125%, principalmente nas fontes polimerizada e organomineral, mostrando a influência da dose no enchimento e formação do grão. O mesmo foi observado para a produtividade avaliada.

Palavras-chave: produtividade, adubação, fonte de nutrientes, organomineral, polimerizado, cafeicultura, uniformidade de maturação.

ABSTRACT

Coffee culture is influenced by several factors in its development and productivity. Therefore, nutritional demand is a limiting factor for the plant, making it essential to supply nutrients through fertilization. The objective of this work was to evaluate the productivity, grain mass and maturation uniformity of a coffee crop subjected to different sources and doses of nutrients. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 3x4 factorial scheme with four replications, with three sources of nutrients (conventional, polymerized and organomineral) in four doses (50, 75, 100 and 125% of the recommended dose). The plants were harvested using the stripping method. Productivity, degree of maturation and grain mass were evaluated. The treatment that showed the greatest uniformity of maturation was 100% polymerized, in the 21/22 harvest. The values found for the mass of fresh grains showed that the treatments with the best performance were doses of 100 and 125% in the 22/23 harvest. The 21/22 harvest also presents an interaction for the two factors analyzed, showing that conventional and polymerized sources presented higher average doses of 125%. The dry grain mass showed superior results in the 20/21 harvest at doses of 100 and 125%, with an interaction for this parameter in the 22/23 harvest, showing inferior performance for polymerized and organomineral sources at 50 and 75%. The processed grains showed higher values in the 21/22 harvest for doses 100 and 125%, while in the 22/23 harvest, there was an interaction indicating performance below the others for the conventional source at 75%. The productivity values showed interaction in the 21/22 harvest, indicating higher productivity for the polymerized and organomineral sources at doses of 100 and 125%, while the conventional source presented superior results at all doses tested. In the 22/23 harvest, they presented a lower performance for the 50% doses. The polymerized source



provided greater maturation uniformity. The mass of fresh, dried and processed grains was benefited by high doses such as 100 and 125%, mainly in the polymerized and organomineral sources, showing the influence of the dose on the filling and formation of the grain. The same was observed for the evaluated productivity.

Keywords: productivity, fertilization, nutrient source, organomineral, polymerized, coffee growing, maturation uniformity.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é uma planta pertencente ao gênero *Coffea*, sendo uma cultura de elevada importância no Brasil, uma vez que o país é o maior produtor e exportador mundial de café (EMBRAPA, 2005). De acordo com as informações da Companhia Nacional de Abastecimento, a produção de café foi de 55,07 milhões de café beneficiado, uma produção de 1,8% superior à colhida em 2022, com um total de 2,24 milhões de hectares em todo o país, neste total 1,87 milhões de hectares são destinados a lavouras já em produção. A produtividade média do país é de 29,4 scs/ha enquanto a média Minas Gerais é de 26,8 scs/ha, com cerca de 40% de suas lavouras irrigadas o estado mineiro obteve um aumento de 32,1% colhido na safra anterior (CONAB, 2023).

De acordo com Viana *et al.* (2019), vários fatores interferem no desenvolvimento e na produtividade do cafeeiro, sendo assim, o controle da adubação na planta é imprescindível para fornecer sua demanda nutricional, já que, quando os nutrientes não são fornecidos de maneira adequada, há interferência no metabolismo das plantas, resultando em um atraso no seu crescimento (VIANA *et al.*, 2019). Nesse sentido, altos investimentos são feitos todos os anos com a finalidade de nutrir, de forma adequada, as plantas de café. Desse modo, vem sendo acarretada a criação e o desenvolvimento de diversas linhas de pesquisas em que se destaca a utilização de fontes que maximizem o aproveitamento das adubações, tornando-as mais eficientes (SANDY *et al.*, 2018).

Um fator importante para a produtividade de uma lavoura de café é a composição mineral do grão, que pode variar com o estado nutricional e com a quantidade de compostos orgânicos e compostos nitrogenados. Outros coeficientes significativos são o local de cultivo, a variedade do café, as adubações, entre outros (MALTA *et al.*, 2003). Assim, para garantir o uso eficiente das principais fontes de nutrientes, destaca-se a combinação entre fertilizantes orgânicos e minerais.



Dessa maneira, é possível obter maior rentabilidade com o aumento da fertilidade do solo (CAVALCANTE *et al.*, 2020).

Um fator que influencia diretamente na qualidade da bebida e consequentemente o valor agregado do produto é o grau de maturação dos frutos no momento da colheita e a classificação dos processados. A classificação dos grãos, de acordo com Laviola *et al.* (2006) pode estar diretamente relacionada com a nutrição das plantas. Santinato e Santinato (2019), atribuíram os grãos maiores às corretas condições de cultivo, dentre elas o manejo da adubação, contribuindo ainda para a uniformidade do processo de torração, em que a nutrição pode influenciar tanto no processo de enchimento do grão como no percentual de grãos mocas em detrimento dos grãos chatos (MATIELLO, 2020).

Um aspecto relevante sobre a cafeicultura brasileira é que embora o Brasil seja o maior produtor mundial de grãos de café, o país não é referência em qualidade de bebida. Os cafés produzidos na Etiópia, Costa Rica e Colômbia, por exemplo, apresentam grande reconhecimento mundial devido à alta qualidade. Com efeito, a melhor qualidade de bebida resulta em maior preço pago pelos importadores aos exportadores, o que possibilita incremento na rentabilidade proveniente da comercialização de grãos (SÓRIO *et al.*, 2015).

O consumo de cafés especiais tem apresentado crescimento expressivo ao longo dos anos, cerca de 19% anualmente. Diante dessa nova tendência por parte dos consumidores, cafeicultores em todo o mundo estão atentos a necessidade de produzir grãos que resultarão em maior qualidade de bebida (ABIC, 2018). Portanto, diversas iniciativas visando elevar a eficiência produtiva têm sido debatidas. Além disso, a redução de custos nas áreas de produção também é importante para que se obtenha maior competitividade nessa atividade (FREIRE *et al.*, 2012).

Diversos fatores podem afetar a composição química dos grãos, sendo que os principais são ambientais, genéticos e culturais, além do processamento dos grãos. Do ponto de vista do manejo, a adubação das plantas e o estado nutricional influencia tanto a produção quanto a composição dos grãos, o que, consequentemente, interfere na qualidade final da bebida (MARTINEZ *et al.*, 2014). Por esse motivo, maior eficiência no emprego de doses e fontes de nutrientes na nutrição do cafeeiro tem sido buscada a fim de produzir grãos capazes de resultar em bebidas de maior qualidade, o que reflete positivamente na comercialização e na rentabilidade da cafeicultura (MOREIRA, 2020).



Dentre as fontes de fertilizantes disponíveis no mercado, os fertilizantes de liberação controlada são uma tecnologia que tem despertado atenção. Esses fertilizantes são recobertos por substâncias de natureza inorgânica, orgânica e resinas sintéticas, tais como polímeros, enxofre elementar e poliamidas, o que permitem a liberação desse nutriente ao longo do tempo e tem sido associada à alta eficiência (GUARESCHI *et al.*, 2011). Outra tecnologia disponível para adubação são os fertilizantes organominerais, os quais se caracterizam por apresentar, em sua composição, tanto fertilizantes minerais quanto orgânicos. Na cultura do cafeeiro, o uso dessa tecnologia tem sido considerado benéfico, resultando no melhor desenvolvimento da planta, por exemplo (CANDIDO *et al.*, 2013).

Mediante as diferentes fontes de nutrientes disponíveis no mercado e a sua importância na produtividade e na qualidade da produção, é necessário que estudos sejam desenvolvidos para avaliar o efeito que elas causam em diferentes doses e épocas de aplicação no cafeeiro, buscando determinar qual será a melhor adubação a ser utilizada e em que período será mais eficaz. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar os fatores componentes da produção, como, produtividade, percentual de frutos cereja, tamanho de grão e qualidade da bebida de lavoura de café submetida a diferentes fontes de nutrientes, doses e épocas de aplicação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada a lavoura de café do Centro Universitário de Patos de Minas, do Campus Experimental Canavial localizada nas coordenadas 18°36'34"S 46°29'16"W e altitude de 891 m, com um total de 1,2 ha. De acordo com a classificação proposta por Köppen e Geiger (1928), o clima presente no local é tropical, com inverno mais seco que o verão. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm.

A lavoura apresenta um espaçamento 2,7 entrelinhas com um distanciamento de 0,5 m entre plantas. Configurando um sistema adensado de aproximadamente 7400 plantas por hectare em um cultivo de sequeiro. As recomendações de adubação foram realizadas conforme proposto em Ribeiro *et al.* (1999). O solo presente na área é o Latossolo, classificação dada aos solos de intemperismo avançado das regiões tropicais. O horizonte diagnóstico dos Latossolos é o



horizonte B Latossólico (Bw). De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS *et al.*, 2018).

Antes da instalação do experimento foi realizada coleta de amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para subsequente caracterização química feita na Central de Análise e Fertilidade do Solo (CEFERT). As análises nutricionais também foram realizadas no laboratório CEFERT e as avaliações bioquímicas foram realizadas no Laboratório do Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), ambos localizados no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas-MG. O resultado da análise de solos (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise de solo da área experimental antes da instalação do experimento (UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2020).

Propriedades e características	Experimento I	Experimento II
Areia (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾	278,00	278,00
Silte (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾	352,00	352,00
Argila (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾	370,00	369,00
pH _{H2O} ⁽³⁾	5,10	4,9
COT (dag kg ⁻¹) ⁽⁴⁾	1,86	1,86
MOS (dag kg ⁻¹) ⁽⁴⁾	3,21	3,27
P-Remanescente (mg L ⁻¹) ⁽⁵⁾	10,05	10,08
P-Mehlich ¹ (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	89,24	76,01
K ⁺ (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	128,00	173,00
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁷⁾	3,19	1,56
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁷⁾	0,87	0,64
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁷⁾	0,15	0,20
H + Al (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁸⁾	5,40	5,48
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)	4,39	2,64
t (cmol _c dm ⁻³)	4,54	4,54
T (cmol _c dm ⁻³)	9,78	8,75
V (%)	44,80	33,00
m (%)	3,31	19,0
B (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	0,23	0,23
Cu (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	20,60	20,62
Fe (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	56,60	56,60
Mn (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	68,40	68,40
Zn (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	17,00	17,00
S (mg dm ⁻³) ⁽⁹⁾	30,87	30,90

1) Análise granulométrica pelo método da pipeta; (2) Densidade do solo pelo método da proveta; (3) Relação solo-água 1:2,5; (4) Método Walkley-Black; (5) Solução de CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ contendo 60 mg L⁻¹ de P; (6) Mehlich¹: HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹; (7) Solução de KCl 1 mol L⁻¹; (8) Solução de C₄H₆CaO₄ a pH 7; (9) Ca(H₂PO₄)₂H₂O em ácido acético.

Fonte: Dados da pesquisa.

O experimento foi iniciado no segundo semestre de 2020, as parcelas foram marcadas seguindo as linhas de cultivo no sentido Noroeste-Sudeste, em virtude das curvas de nível e declividade do terreno. Seguiu-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 4 blocos e 12 parcelas por bloco. A adubação e as doses de nutrientes a serem fornecidas nas diferentes



fontes foram determinadas de acordo com a análise de solo da área da pesquisa, visando uma estimativa de produtividade de 60 scs/ha (Tabela 1). Implantado no mês de novembro e 2020, havendo também adubações nos meses de dezembro e janeiro do ano seguinte. No ano de 2021 e 2022, o experimento foi continuado também com adubações em novembro, dezembro e janeiro do ano posterior. As adubações foram realizadas em superfície sob projeção da copa com base no proposto por Matiello *et al.* (2020).

As fontes de nutrientes utilizadas como tratamentos foram compostos por adubação mineral convencional com composição 20-02-20; Adubação mineral polimerizado com tecnologia kimcoat que previne a volatilização do N, em uma formulação 16-02-16. A Adubação organomineral, onde em suas fontes de minerais e orgânicos (cama de frango) possuem uma formulação 14-02-14, em sua composição o organomineral apresenta 43,35% de matéria orgânica, 2,91% de MAP, 28,8% de Ureia e 1,01% de geopeletizador.

O experimento foi desenvolvido na cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, onde cada parcela do tratamento foi constituída de 16 plantas totais, sendo 10 plantas centrais consideradas úteis para as análises e as 3 plantas das extremidades de cada lado foram consideradas como bordadura. O esquema do experimento foi estabelecido como um fatorial 3 x 4, sendo o primeiro fator determinado pelas três fontes de nutrientes (mineral convencional, mineral com polímero e organomineral farelado) e o segundo fator, composto pelas quatro doses, sendo 50, 75, 100 e 125% da dose recomendada de N e K de acordo com Matiello (2020). Nesse sentido, foram utilizadas 4 repetições, totalizando 48 parcelas e 768 plantas. Os tratamentos T1, T2, T3 e T4 receberam a fonte de fertilizante convencional, respectivamente com as doses 125%, 100%, 75% e 50%. Os tratamentos T5, T6, T7 e T8 representam a adubação com fonte mineral polimerizado, com as doses 125, 100, 75 e 50% respectivamente. Por fim, os tratamentos que receberam o fertilizante organomineral são T9, T10, T11 e T12 respectivamente nas concentrações 125, 100, 75 e 50%. No experimento I, cada bloco foi composto por 12 tratamentos.

A colheita do café foi iniciada no dia 21 de junho do ano de 2021 seguindo a programação já realizada na propriedade. No ano de 2022 a colheita foi iniciada no dia 5 de julho. No último ano do experimento a colheita foi realizada a partir do dia 08 de junho. Foram escolhidas as 4 plantas do meio de cada parcela, essas plantas foram completamente colhidas através dos métodos de derriça no pano manualmente. Todos os grãos foram reunidos, as impurezas foram retiradas, em seguida iniciou-se o processo de avaliação.



Para as avaliações de produtividade, primeiramente foi contabilizada a produção de café colhido, sendo após feito o cálculo da produtividade de grãos em quilogramas por parcela e, sucessivamente, foi feita a conversão para sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare utilizando a Equação 1 (MOREIRA, 2020).

$$\text{Produtividade} = \frac{P}{n} N \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

P = Peso da massa de grãos colhidos na parcela

n = Número de plantas colhidas na parcela

N = Número total de plantas por hectare

Após a determinação do volume produzido pela parcela, os grãos foram homogeneizados e uma amostra de um litro foi retirada, despejada em uma superfície clara e em seguida, os grãos foram separados de acordo com o grau de maturação (MOREIRA, 2020). Retirou-se 5 litros para secagem em terreiro suspenso (cama africana). Esse volume foi acondicionado em um saco de tela, tradicionalmente conhecido com saco de cebola.

A secagem foi conduzida até que o produto atingiu à umidade de 11%, determinada por leitura digital. Foi então realizada a determinação do volume do café em coco, em seguida, as amostras foram beneficiadas e novamente foi determinada a massa e o volume do café. Com base no volume da amostra do café colhido no pano e da massa da amostra beneficiada, foi determinada a produção por parcela, para posteriormente extrapolá-la para a produtividade em sacas ha⁻¹. No volume total de café colhido em cada parcela, foi realizada a análise do percentual de frutos nos diferentes estádios de maturação. O café colhido foi homogeneizado e em seguida retirou-se uma amostra de 0,3 L para separação manual dos frutos verde, verde cana, cereja, passa e seco.

Os dados foram analisados no esquema fatorial, onde todos foram submetidos à análise de variância utilizando o software Sisvar pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, como as recomendações de Banzatto e Kronka (2006).



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 UNIFORMIDADE DE MATURAÇÃO

A uniformidade de maturação foi medida através do percentual de frutos cereja presentes na colheita. Não foi verificada interação entre os dois fatores avaliados para as safras 2020/2021 e 2022/2023. As médias para os valores percentuais de grãos cereja para diferentes fontes de nutrientes (Tabela 2) mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos, assim como as médias observadas para diferentes doses adotadas (Tabela 3). Os dados diferem dos observados por Jara *et al.* (2019), que observaram o aumento de frutos cereja em determinadas associações da adubação com matéria orgânica.

Tabela 2. Valores médios do percentual de frutos cereja da cultivar Catuaí em função de fontes de nutrientes para as safras 2020/2021 e 2022/2023.

Fontes de Nutrientes	Cereja (%) 2021	Cereja (%) 2023
Convencional	35,9 a	60,3 a
Polimerizado	41,5 a	56,0 a
Organomineral	39,9 a	55,6 a
Teste F	1,13ns	0,67ns
DMS (5%)	9,46	11,14
CV (%)	27,88	22,39

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 < p < 0.05$); ns = não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

Avaliando fontes de N convencionais e protegidas, Lima *et al.* (2016) observaram que fontes protegidas proporcionaram maior pegamento de frutos. Neste mesmo estudo, foi evidenciado que este nutriente está presente em diversos componentes essenciais à formação e pegamento dos frutos, tais como, purinas e alcaloides, aminoácidos, enzimas, vitaminas e moléculas de clorofila. Outrossim, Candido *et al.* (2013) evidenciou em seu trabalho que o fertilizante organomineral granulado apresentou médias mais significativas no desenvolvimento vegetativo do cafeeiro, devido ao maior aporte de nutrientes, tendo influência possivelmente em tais resultados, o conteúdo de matéria orgânica na composição do fertilizante.



Tabela 3. Valores médios do percentual de frutos cereja da cultivar Catuaí em função de diferentes doses de nutrientes para as safras 2020/2021 e 2022/2023.

Doses de Nutrientes	2020/2021	2022/2023
50	42,9 a	58,4 a
75	38,6 a	61,7 a
100	36,0 a	54,4 a
125	38,8 a	54,8 a
Teste F	0,83ns	0,86ns
DMS (5%)	12,04	14,18
CV (%)	27,88	22,39

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. **significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 = < p < 0.05$); ns = não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

As médias de percentuais de grãos cereja verificadas na safra de 2021/2022 apresentaram interação entre as fontes e as doses avaliadas (Tabela 4), mostrando que no segundo ano do experimento a fonte polimerizada com 100% da dose recomendada apresentou um maior percentual de frutos cereja quando comparada às demais. Tal comportamento pode ser explicado pelo fornecimento da dose adequada em uma fonte capaz de regular a liberação dos nutrientes, como apresentado por Malta *et al.* (2003). Nesse contexto, Lima *et al.* (2016) apresentaram que diferentes fontes no primeiro ano não influenciaram a maturação, enquanto já no segundo ano, mostrou maior uniformidade para a Ureia agrícola a 300 kg ha⁻¹ e para o nitrato de amônio nas doses de 210 e 300 kg/ha⁻¹.

Tabela 4. Valores médios do percentual de grãos cereja da cultivar Catuaí em função de diferentes fontes e doses de nutrientes para a safra de 2021/2022.

Doses de Nutrientes	Dose			
	50	75	100	125
Convencional	7,1 Aa	4,5 Aa	5,1 Ab	11,7 Aa
Polimerizado	8,1 Ba	6,9 Ba	15,8 Aa	7,6 Ba
Organomineral	3,3 Aa	9,4 Aa	5,0 Ab	8,0 Aa
Teste F (Fontes x Doses)	3,96**			
DMS - Fontes dentro de Doses	3,37			
DMS - Doses dentro de fontes	4,29			
CV (%)	50,43			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns; não apresentou significância pelo teste de tukey; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

O maior percentual de grãos cereja no momento da colheita reflete uma uniformidade de maturação da produção, fator consideravelmente importante para determinação da qualidade de



bebida, como apresentado por Malta *et al.* (2003), mostrando que o fruto cereja proporciona melhor qualidade de bebida.

3.2 MASSA DE GRÃOS

Os valores médios de massa de grãos sob diferentes fontes (Tabela 5) mostram que não houve significância para a massa de frutos frescos nas safras de 2020/2021 e 2022/2023. A massa de grãos secos sob diferentes fontes apresentou resultado significativo para a safra de 2020/2021, obtendo maiores médias para a fonte organomineral. Enquanto que a massa de grãos beneficiados não apresentou diferença significativa para a safra de 2020/2021 e 2021/2022.

Tabela 5. Valores médios da massa fresca de grãos da cultivar Catuaí em função de fontes de nutrientes.

	Fontes de Nutrientes	(Kg) 2020/2021	---	(kg) 2022/2023
Massa fresca de frutos	Convencional	6,0 a	---	6,0 a
	Polimerizado	6,0 a	---	6,0 a
	Organomineral	6,1 a	---	6,0 a
	Teste F	0,03*	---	0,14ns
	DMS (5%)	0,03	---	0,21
	CV (%)	6,18	---	4,05
	Massa de grãos secos	Fontes de Nutrientes	(kg) 2020/2021	---
Convencional		2,6 b	---	1,7 a
Polimerizado		2,8 ab	---	1,7 a
Organomineral		2,9 a	---	1,7 a
Teste F		6,31**	---	0,50ns
DMS (5%)		0,24	---	0,54
CV (%)		10,05	---	3,73
Massa de grãos beneficiados	Fontes de Nutrientes	(kg) 2020/2021	(kg) 2021/2022	---
	Convencional	1,5 a	1,7 a	---
	Polimerizado	1,5 a	1,6 a	---
	Organomineral	1,5 a	1,6 a	---
	Teste F	0,41ns	0,96	---
	DMS (5%)	0,11	0,19	---
	CV (%)	8,86	13,56	---

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 < p < 0.05$); ns = não significativo ($p > 0.05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos valores médios de massa de grãos sob diferentes doses de nutrientes (Tabela 6), é possível verificar que a massa de frutos frescos, para a safra de 2022/2023, apresentou maiores volumes quando doses de 100% e 125% foram aplicadas, o mesmo foi observado para a massa de grãos secos na safra de 2020/2021 e para a massa de grãos beneficiados na safra de 2021/2022.



Tabela 6. Valores médios da massa fresca de grãos da cultivar Catuaí em função de diferentes doses de nutrientes.

	Doses de Nutrientes				
		(kg) 2020/2021	---	(kg) 2022/2023	
Massa fresca de frutos	50	5,9 a	---	5,5 b	
	75	6,1 a	---	5,6 b	
	100	6,1 a	---	6,5 a	
	125	6,0 a	---	6,4 a	
	Teste F	0,77ns	---	58,71**	
	DMS (5%)	0,41	---	0,27	
	CV (%)	6,18	---	4,05	
Massa de grãos secos	Doses de Nutrientes				
		(kg) 2020/2021	---	(kg) 2022/2023	
	50	2,7 a	---	1,7 a	
	75	2,6 b	---	1,7 a	
	100	2,9 a	---	1,7 a	
	125	2,9 a	---	1,7 a	
	Teste F	4,58**	---	0,69ns	
DMS (5%)	0,31	---	0,69		
CV (%)	10,05	---	3,73		
Massa de grãos beneficiados	Doses de Nutrientes		(kg) 2020/2021	(kg) 2021/2022	(kg) 2022/2023
	50	1,5 a	1,5 b	---	
	75	1,6 a	1,4 b	---	
	100	1,5 a	1,8 a	---	
	125	1,5 a	1,9 a	---	
	Teste F	1,26ns	17,87**	---	
	DMS (5%)	0,15	0,25	---	
CV (%)	8,86	13,56	---		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 = < p < 0.05$); ns = não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

Nacif (1997), encontrou resultado distinto em seu estudo em que relatou que a produção de café beneficiado não foi influenciada pelas doses de fertilizantes aplicadas. Contudo, Leite Júnior (2014) ressalta que o uso da dose recomendada favorece o desenvolvimento reprodutivo da cultura, promovendo mais resultados e grãos mais desenvolvidos. Observando a cultura do feijoeiro, Didonet *et al.* (2005) observou também um aumento da massa seca de grãos à medida que se aumentaram os níveis de adubação.



Tabela 7. Valores médios da Massa de grãos (L) da cultivar Catuaí em função de diferentes fontes e doses de nutrientes.

	Doses de Nutrientes	Dose			
		50	75	100	125
Massa fresca de frutos (2021/2022)		------(kg)-----			
	Convencional	5,1 Cab	5,3 Ca	7,8 Ba	12,3 Aa
	Polimerizado	5,3 Ca	4,4 BCa	7,0 Ba	12,2 Aa
	Organomineral	3,2 Bb	3,5 Ba	6,6 Aa	8,0 Ab
	Teste F (Fontes x Doses)	2,53*			
	DMS - Fontes dentro de Doses	1,00			
	DMS - Doses dentro de fontes	1,27			
	CV (%)	17,19			
Massa de grãos Secos (2021/2022)		------(kg)-----			
	Convencional	3,7 Aa	3,6 Aa	3,9 Aa	4,2 Aa
	Polimerizado	1,3 Cb	2,4 Bb	3,8 Aa	3,7 Aa
	Organomineral	2,1 Bb	2,8 Bab	4,4 Aa	4,0 Aa
	Teste F (Fontes x Doses)	3,93**			
	DMS - Fontes dentro de Doses	0,48			
	DMS - Doses dentro de fontes	0,61			
	CV (%)	16,65			
Massa de grãos Beneficiados (2022/2023)		------(kg)-----			
	Convencional	1,0 Aa	0,9 Ba	0,9 ABa	0,9 ABa
	Polimerizado	0,9 Ab	0,9 Aa	1,0 Aa	0,9 Aa
	Organomineral	1,0 Aab	0,9 Aa	1,0 Aa	0,9 Aa
	Teste F (Fontes x Doses)	0,03*			
	DMS - Fontes dentro de Doses	0,04			
	DMS - Doses dentro de fontes	0,05			
	CV (%)	5,11			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns; Não apresentou significância pelo teste de tukey; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores médios de massa de grãos apresentaram interação entre os dois fatores analisados (Tabela 7), apontando maior massa de grãos frescos oriundos da adubação com doses de 125% da dose nas três fontes utilizadas, e também para a fonte organomineral com 100% da dose recomendada. Em contrapartida, a massa de grãos secos apresentou desempenho inferior para as fontes polimerizadas e organominerais nas doses de 50 e 75%. Nesse contexto, a massa de grãos beneficiados apresentou médias inferiores para a fonte convencional à 75% da dose recomendada e também para as fontes polimerizada e organomineral à 50%.

No estudo de Civardi *et al.* (2011), testando o uso de ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e de ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho, concluiu que a



redução da dose de ureia revestida com polímeros promoveu redução no rendimento de grãos do milho. Esse comportamento foi evidenciado por Didonet *et al.* (2005) e Leite Júnior (2014), que explicam que o maior peso adquirido durante o enchimento de grãos é resultado de um maior aporte no fornecimento dos nutrientes.

3.3 PRODUTIVIDADE

As diferentes fontes testadas nos anos de 2020/2021 e 2022/2023 não apresentaram significância conforme os valores médios de produtividade (Tabela 8). Estes resultados estão de acordo com Vitória *et al.* (2019), que avaliando diferentes doses de fertilizante fosfatado revestido com polímero e fertilizante convencional na produtividade do café conilon, evidenciou que o fato do fertilizante potássico ser revestido por polímeros não influenciou significativamente a produtividade do cafeeiro conilon. Nesse sentido, Silva (2017) não encontrou efeitos distintos entre as características avaliadas quando estudava a influência de fontes de fertilizantes organominerais e de liberação lenta na qualidade e produção do cafeeiro.

Tabela 8. Valores médios de produtividade da cultivar Catuaí em função de fontes de nutrientes.

Fontes de Nutrientes	(Sc/ha)	(Sc/ha)
	2020/2021	2022/2023
Convencional	22,3 a	20,5 a
Polimerizado	23,0 a	20,4 a
Organomineral	22,4 a	20,4 a
Teste F	0,54ns	0,20ns
DMS (5%)	1,57	0,70
CV (%)	8,04	3,97

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 = < p < 0.05$); ns = não significativo ($p > 0,05$). Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores médios de produtividade sob diferentes doses (Tabela 9) mostram que na safra 2022/2023, a dose de 50% obteve uma produtividade abaixo das demais, em seu terceiro ano recebendo um nível de nutrientes abaixo do recomendado a cultura apresentou uma queda na produtividade, uma vez que nesse período, houve uma provável redução de suas reservas nutricionais. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima *et al.* (2016), observando em três safras avaliadas, que o uso de doses elevadas ao longo dos anos, apresentou um incremento em relação às doses menores. Os autores defendem a importância do N na formação e produção de culturas perenes.



Tabela 9. Valores médios de produtividade da cultivar Catuaí em função de diferentes doses de nutrientes.

Doses de Nutrientes	(Sc/ha)	(Sc/ha)
	2020/2021	2022/2023
50	22,2 a	19,5 b
75	22,7 a	20,6 a
100	22,6 a	20,5 a
125	22,7 a	21,2 a
Teste F	0,21ns	8,91**
DMS (5%)	2,00	0,89
CV (%)	8,04	3,97

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.
**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 < p < 0.05$); ns = não significativo ($p > 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa.

Na safra de 2021/2022, as fontes polimerizada e organomineral resultaram em mais produtividade quando utilizados nas doses de 100 e 125%, sendo evidenciado nos valores médios de produtividade que apresentaram uma interação entre fontes e doses (Tabela 10). Para Jara *et al.* (2019), a matéria orgânica presente no organomineral aumenta a disponibilidade de nutrientes no solo através da bioestimulação da atividade dos microrganismos, uma vez que aumentam a atividade enzimática e melhoram a porosidade no solo, favorecendo a produtividade. Na literatura de Fernandes *et al.* (2013), foi observado que a palha de café sendo utilizada como adubo orgânico juntamente com o fertilizante mineral, se mostrou viável como uma fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, além disso proporcionou também a redução desses nutrientes na adubação mineral do cafeeiro.

O fertilizante convencional não apresentou diferença entre as doses adotadas, mostrando valores elevados mesmo para as doses de 50 e 75% quando comparadas às demais fontes. Resultados assim podem ser explicados pela lenta disponibilização de nutrientes dos fertilizantes polimerizados e organominerais, retardando o desenvolvimento reprodutivo da planta quando comparados aos fertilizantes convencionais, que disponibilizam os nutrientes mais rapidamente. No entanto, podemos verificar que nas doses de 50% e 75%, houve um menor desempenho para as fontes polimerizada e organomineral. Em contrapartida a esses resultados, Fernandes *et al.* (2009), avaliando fontes convencionais e alternativas de nitrogênio na produtividade do café arábica, concluiu que o uso da ureia polimerizada atingiu resultados mais satisfatórios do que comparada à ureia convencional em todas as doses testadas.



Tabela 10. Valores médios de produtividade da cultivar Catuaí em função de diferentes fontes e doses de nutrientes para a safra de 2021/2022.

Doses de Nutrientes	Dose			
	50	75	100	125
Convencional	12,1 Aa	18,4 Aa	12,8 Aa	17,1 Aa
Polimerizado	4,7 Bb	5,0 Bb	12,6 Aa	15,1 Aa
Organomineral	5,6 Bb	3,6 Bb	14,9 Aa	17,5 Aa
Teste F (Fontes x Doses)	5,65**			
DMS - Fontes dentro de Doses	2,95			
DMS - Doses dentro de fontes	3,75			
CV (%)	29,25			

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns; Não apresentou significância pelo teste de tukey; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey; * significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa

Comparando também as médias das safras 2020/2021 e 2022/2023 (Tabelas 08 e 09), com as médias da safra 2021/2022 (Tabela 10), podemos observar a queda na produtividade do cafeeiro. Um dos motivos que possivelmente contribuiu para tal resultado é que a lavoura se encontra em um ano de baixa produção na safra (2021/2022), isto se deve à bienalidade do cafeeiro. No estudo de Nacif (1997), avaliando a fenologia e produtividade do cafeeiro, sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizante, relatou em seu estudo que em uma primeira safra houve uma produção muito elevada o que propiciou na safra seguinte uma produção de apenas 14,6% do ano anterior.

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos e analisados, é possível concluir que em relação às dosagens, foi obtido respostas mais significativas em todos os parâmetros avaliados, de maneira geral, os tratamentos com doses de 100 e 125% nas safras 21/22 e 22/23. Em contrapartida, as dosagens de 50 e 75% apresentaram desempenho inferior para as mesmas variáveis, com exceção da fonte convencional em questões de produtividade. Desse modo, observando o efeito das fontes utilizadas quase não houveram diferenças significativas, no entanto, a fonte polimerizada se sobressaiu em relação aos fertilizantes convencional e organomineral, com dosagens de 100 e 125%.



REFERÊNCIAS

ABIC. Associação Brasileira da Indústria de Café. **Brasil se destaca na produção de cafés especiais**. 2018. Disponível em: < <http://abic.com.br/brasil-se-destacana-producao-de-cafes-especiais/>>. Acesso em: 15 maio. 2021.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. D. **Experimentação agrícola**. 4ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.

CANDIDO, A.O. et al. Fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial do cafeeiro arábica. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 8., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: CPC, 2013. p.1-4.

CAVALCANTE, V. S. *et al.* Adubação organomineral na nutrição e produtividade de café arábica. SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO: AGROECOLOGIA E A COMPREENSÃO DO SOLO COMO FONTE E BASE PARA A VIDA, 5., 2019, Viçosa. **Anais[...]** Viçosa: Cadernos de Agroecologia, v. 15, 2020.

CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A. N. D.; RAGAGNIN, V. A.; GODOY, E. R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.52-59, 2011.

CONAB. **Primeiro levantamento da safra 2023 de café indica uma produção de 54,94 milhões de sacas. 2023**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4890-primeiro-levantamento-da-safra-2023-de-cafe-indica-uma-producao-de-54-94-milhoes-de-sacas>>. Acesso em: 02 jun. 2023.

DIDONET, A. D. et al. Adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro irrigado: uso do clorofilômetro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 103-111, 2005.

EMBRAPA. **A importância do café nos nossos dias**. 2005. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17987068/a-importancia-do-cafe-nosso-de-todos-os-dias>. Acesso em: 30 maio 2021.

FERNANDES, A. L. T.; CARVALHO, A. C. S.; BRITO, D. M.; BECKER, G.; SAI, E. N.; FRAGA JÚNIOR, E. F. Comparação da utilização de nitrato de amônio e uréia polimerizada na produtividade e maturação do cafeeiro irrigado. In: VI Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil. **Anais...** Vitória: Simpósio de Pesquisas dos Cafés do Brasil, 2009.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, Lavras, v.8, n.3, p.324-336, 2013.

FREIRE, A. H. et al. Eficiência econômica da cafeicultura no Sul de Minas Gerais: uma abordagem pela análise envoltória de dados. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 14 n. 1, p. 60-75, 2012.



GUARESCHI, R. F. et al. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, 2011.

JARA, Q. R. et al. Compostos de esterco de galinha e de ovino melhoram a produtividade de plantas de cafeeiro sob um sistema de produção orgânica. **Arnaldoa**, Trujillo, v. 26, n. 2, p. 735-750, 2019.

LAVIOLA, B. G. et al. Influência da adubação na formação de grãos mocas e no tamanho de grãos de café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 36-42, abr./jun. 2006.

LEITE JÚNIOR, M. C. R. **Manejo da irrigação e da adubação do cafeeiro na sincronização do florescimento e na produtividade**. 2014. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

LIMA, L. C. de et al. Crescimento e produtividade do cafeeiro irrigado, em função de diferentes fontes de nitrogênio. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 97-107, jan./mar. 2016.

MALTA, M. R. *et al.* Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, p. 1246-1252, 2003.

MARTINEZ, H. E. P. *et al.* Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. supl. p. 838-848, 2014.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; ALMEIDA, S.R.; GARCIA, A.W.R. **Cultura de café no Brasil**. Manual de Recomendações. 10 ed. Varginha: Fundação Procafé, 2020. 716p.

MOREIRA, D. T. **Efeito do manejo de fontes de potássio na produtividade do cafeeiro e na qualidade da bebida**. 2020, 59 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico, Campinas, 2020.

NACIF, A. P. **Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí, sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizante, no cerrado de Patrocínio-MG**. 1997. 171 f. Tese (Doutorado) - Curso de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999. 359p.

SANDY, E. C. *et al.* Avaliação dos resultados do uso de fertilizantes organominerais Fertium NKS na cultura do café, durante 2 safras na região da Alta Mogiana – SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais[...]** Brasília: Embrapa Café, 2018. (1 CD-ROM), 2 p.

SANTINATO, R.; SANTINATO, F. **Composição Química do Cafeeiro: extração e exportação de nutrientes**. São Paulo: Instituto Biológico, 2019. 214p.



SANTOS, H. G. dos. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, E. C. C. **Influência de fontes de fertilizantes organominerais e de liberação lenta na qualidade do café**. 2017. 25 f. TCC (Graduação) – Curso de Agronomia, Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, Patrocínio, 2017.

SÓRIO, A. *et al.* **Reposicionamento estratégico das indústrias processadoras de café do Brasil: propostas para sistematização de políticas públicas e estratégias de negócio**. Passo Fundo: Méritos, 2015. 222 p.

VIANA, M. J. N. *et al.* Morfologia de cafeeiros cultivados com diferentes fontes de adubos fosfatados. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., Vitória. **Anais[...]** Brasília: Embrapa Café, 2019, 4 p.

VITÓRIA, R. Z. da et al. Produtividade de cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) submetido a diferentes doses de fertilizantes fosfatados revestidos e não revestidos. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 10., 2019. Vitória. **Pesquisa, inovação e sustentabilidade dos cafés do Brasil: anais**. Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2019.