

Influência da adubação fracionada na maturação de grãos de café (*Coffea Arabica L.*) variedade Tupi Iac 1669-33

Influence of split fertilization on the grain maturation of coffee (Coffea arabica L.) variety Tupi IAC 1669-33

RIAN SOARES COSTA

Discente de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: riansoaresc@unipam.edu.br

DIEGO HENRIQUE DA MOTA

Professor orientador (UNIPAM)

E-mail: diegoh@unipam.edu.br

Resumo: O café (*Coffea arabica L.*) é uma das principais culturas produzidas e exportadas pelo Brasil, além de ser uma das bebidas mais consumidas no mundo. O valor de venda do grão está diretamente relacionado à qualidade da bebida, que está atrelada à qualidade dos grãos, aos processos de colheita, à pós-colheita e aos fatores edafoclimáticos da lavoura. O cafeeiro amadurece de forma desigual em função do ambiente, resultando na colheita de grãos verdes, cerejas e secos. Estratégias de adubação para atingir a necessidade nutricional e seu ciclo de maturação podem uniformizar a maturação. O fracionamento da adubação eleva o aproveitamento do fertilizante devido à sincronização da oferta e à demanda de cada nutriente. Assim, objetivou-se avaliar a influência do fracionamento da adubação na maturação de grãos de café. O experimento foi conduzido em campo durante a safra 2020/21 e constituído de três tratamentos: aplicação única do fertilizante, duas frações da dose e três frações da dose, com 4 repetições cada uma. Cada unidade amostral foi constituída por 16 plantas, sendo 4 destas plantas destinadas à colheita e avaliação. Na colheita, foi retirada uma amostra de 1L de grãos e determinado o grau de maturação, sendo verde, verde cana, cereja, passa e seco. Os dados dos grãos cereja foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que os tratamentos foram iguais entre si. Portanto, não houve interação entre o fracionamento da adubação e maturação de grãos do tipo cereja.

Palavras-chave: adubação; uniformidade de colheita; qualidade de bebida; café.

Abstract: Coffee (*Coffea arabica L.*) is one of the main crops produced and exported by Brazil, as well as being one of the most consumed beverages worldwide. The selling price of coffee beans is directly related to the quality of the beverage, which is linked to the quality of the beans, harvest processes, post-harvest handling, and the edaphoclimatic factors of the plantation. Coffee plants mature unevenly due to environmental conditions, resulting in the harvest of green, cherry, and dry beans. Fertilization strategies aimed at meeting nutritional needs and maturation cycles can help uniform maturation. Splitting fertilization increases fertilizer utilization by synchronizing the supply and demand of each nutrient. Thus, this study aimed to evaluate the influence of split fertilization on the maturation of coffee beans. The experiment was conducted in the field during

the 2020/21 harvest season and consisted of three treatments: single fertilizer application, two fractions of the dose, and three fractions of the dose, with four repetitions each. Each sample unit consisted of 16 plants, with four of these plants designated for harvest and evaluation. During the harvest, a 1L sample of beans was taken, and the degree of maturation was determined as green, green cane, cherry, raisin, and dry. The data from the cherry beans were subjected to Tukey's test at a 5% probability level. It was concluded that the treatments were equal among themselves. Therefore, there was no interaction between the split fertilization and the maturation of cherry-type beans.

Keywords: fertilization; harvest uniformity; beverage quality; coffee.

1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica*, L) pertence à família das Rubiáceas. No desenvolvimento histórico do Brasil, teve notória importância política e econômica. Atualmente, o país é o maior produtor e exportador mundial do grão (USDA, 2023).

Estima-se que a produção mundial de café na safra 2023/24 atinja o patamar de 174,3 milhões de sacas de 60 quilos. O consumo global será de aproximadamente 170,2 milhões de sacas, correspondendo a um novo recorde, com aumento de 1,2% em comparação com o ciclo anterior. De janeiro a agosto de 2023, o Brasil exportou 22,9 milhões de sacas, sendo 3,69 milhões exportados apenas em agosto de 2023 — tendo exportado para 143 países durante os 8 primeiros meses do ano e atingindo o valor de US\$ 4,9 bilhões em exportações. Já no acumulado de 2022, o mercado externo de café atingiu o valor de US\$ 9,2 bilhões. A produção do café arábica está estimada em 96,3 milhões de sacas de 60 quilos e para o café robusta é 78 milhões de sacas (CONAB, 2023).

O café brasileiro pode receber descrições negativas e positivas de suas propriedades organolépticas e consequente impacto no valor comercial internacional. Essas características estão atreladas à qualidade da bebida, que são influenciadas pelo estágio de maturação dos grãos colhidos (Cortez, 1996).

A maturação dos frutos do cafeeiro sofre influência de diversos fatores ambientais: temperatura da região, face de exposição do terreno, intensidade e distribuição das chuvas e fatores inerentes à planta (ciclo de maturação dos frutos: precoce, média ou tardia), número e época de ocorrência das floradas durante o ano agrícola, entre outros. Dessa forma, mesmo em regiões aptas ao cultivo de café, condições climáticas desfavoráveis ocasionadas por elevadas temperaturas, maior umidade relativa do ar e pluviosidade durante a fase reprodutiva podem ocasionar a maturação desuniforme dos frutos, dificultando a escolha do momento ideal para a colheita (Matiello *et al.*, 2010).

O nitrogênio exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (Cantarella, 1993). Além disso, ele afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (Schroder *et al.*, 2000).

O potássio participa dos processos metabólicos com elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis: no interior das células, entre as células e tecidos e no transporte de longa distância via xilema e floema. O potássio não é metabolizado (assimilado em compostos orgânicos); forma ligações fracas, facilmente trocáveis. Ele

atua na regulação osmótica, no balanço cátion/ânions, nas relações hídricas na planta, no movimento dos estômatos, no alongamento celular, na estabilização do pH do citoplasma, na ativação enzimática para grande número de enzimas, na síntese de proteínas, na fotossíntese e no transporte de açúcares no floema (Furlani, 2004).

O fósforo (P) é considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo, comportamento atribuído à sua “fixação” pelos minerais da argila, e esse elemento tem presença relevante nos solos tropicais que apresentam elevados teores de óxidos de ferro e de alumínio – com os quais o P tem grande afinidade (Lopes *et al.*, 2004). Tem função importante como elemento estrutural dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), compostos orgânicos e absorção ativa de nutrientes. O fosfato inorgânico (Pi) absorvido pelas raízes é rapidamente incorporado aos açúcares, formando ésteres de açúcar-fosfato. Também atua como elemento transferidor de energia nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato com os açúcares, com o 21 gliceraldeído e com as coenzimas AMP, ADP, ATP, UTP e GTP e como elemento regulador: o Pi iônico armazenado no vacúolo é liberado no citoplasma e atua como regulador das diversas vias sintéticas (Furlani, 2004).

Genótipos de cafeeiros apresentam diferentes ciclos de maturação, podendo exercer influência sobre as taxas de acúmulo de matéria seca e de nutrientes nos frutos. Assim, o conhecimento da necessidade fisiológica e do crescimento é importante para o estabelecimento dos períodos de maior exigência nutricional e para a definição das melhores estratégias de fertilização da lavoura cafeeira.

O parcelamento e a época de aplicação dos fertilizantes constituem-se em alternativas para aumentar a eficiência dos adubos e das culturas (Binder *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2005). Isto é respaldado pelo melhor aproveitamento dos nutrientes, resultante da sincronização entre as aplicações e o período de alta demanda do nutriente (Silva *et al.*, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fontes de nutrientes em três parcelamentos da adubação em cafeeiros e seus efeitos sobre a produtividade.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado numa lavoura de café do Centro Universitário de Patos de Minas, do Campus Experimental Canavial, 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. O solo presente na área é o Latossolo.

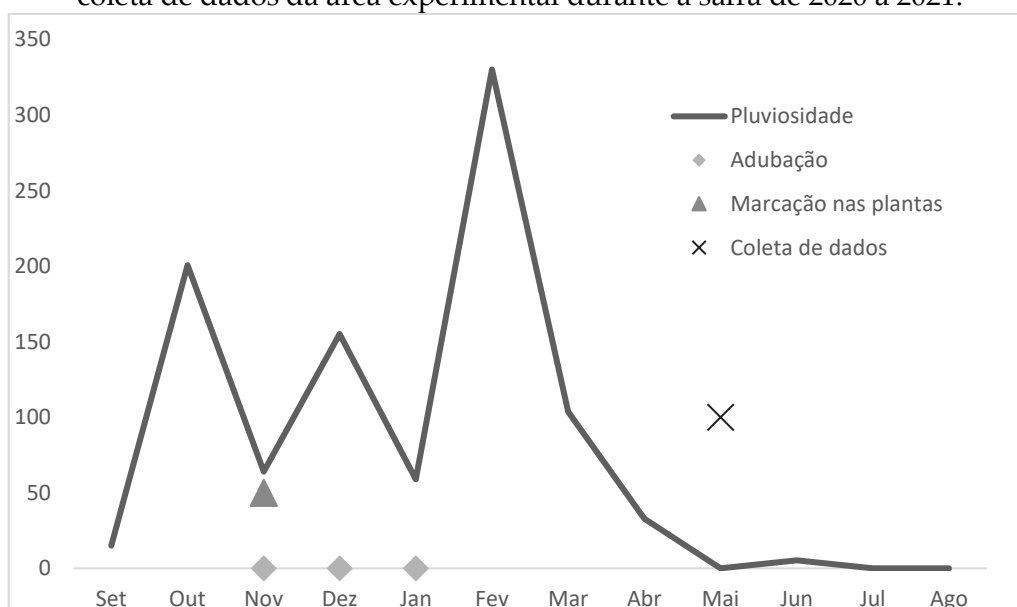
2.2 LAVOURA E CULTIVAR

A cultivar TUPI IAC 1669-33 é resultante do cruzamento de Villa Sarchi CIFC 971/10, com um porte baixo e frutos que alcançam a maturação em tempo médio, com coloração vermelho escuro. O diferencial dessa cultivar é a coloração bronzeada das brotações novas, apresentando resistência à ferrugem (Santinato *et al.*, 2021).

A lavoura apresenta um espaçamento de 2,7 entre linhas com um distanciamento de 0,5 m entre plantas, configurando um sistema adensado de aproximadamente 7400 plantas por hectare em um cultivo de sequeiro, implantado há 12 anos.

A disponibilidade de água foi mensurada por meio de pluviômetro instalado na área, detectando o índice de pluviosidade. Os dados de pluviosidade da área de estudo e eventos de adubação, marcação de plantas e coleta de dados da safra 2020/2021 seguem apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 — Dados de pluviosidade e eventos de adubação, marcação de plantas e coleta de dados da área experimental durante a safra de 2020 a 2021.



Fonte: dados da pesquisa, 2020-2021.

2.2.1 Propriedades químicas do solo

Foram realizadas coletas de amostra de solo na profundidade de 0-20 cm para determinação dos atributos químicos do solo. As análises foram realizadas na Central de Análise e Fertilidade do Solo (CEFERT), no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas (MG). O resultado da análise de solos está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 — Resultado da análise de solo da área experimental antes da instalação do experimento (UNIPAM, Patos de Minas-MG, 2021).

Propriedades e características	Resultado
Areia (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾	278,00
Silte (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾	352,00
Argila (g kg ⁻¹) ⁽¹⁾	369,00
pH _{H2O} ⁽³⁾	4,9
COT (dag kg ⁻¹) ⁽⁴⁾	1,86
MOS (dag kg ⁻¹) ⁽⁴⁾	3,27
P-Remanescente (mg L ⁻¹) ⁽⁵⁾	10,08
P-Mehlich ¹ (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	76,01
K ⁺ (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	173,00
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁷⁾	1,56
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁷⁾	0,64
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁷⁾	0,20
H + Al (cmol _c dm ⁻³) ⁽⁸⁾	5,48
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)	2,64
t (cmol _c dm ⁻³)	4,54
T (cmol _c dm ⁻³)	8,75
V (%)	33,00
m (%)	19,0
B (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	0,23
Cu (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	20,62
Fe (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	56,60
Mn (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	68,40
Zn (mg dm ⁻³) ⁽⁶⁾	17,00
S (mg dm ⁻³) ⁽⁹⁾	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, 2021.

2.2.2 Implantação do experimento

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 3 parcelas por bloco distribuídas aleatoriamente. As unidades experimentais foram compostas por 16 plantas por parcela, contando com 4

repetições num total de 3 tratamentos. As recomendações de adubação foram realizadas conforme proposto em Ribeiro *et al.* (1999).

2.2.3 Fonte de nutrientes

Foi utilizado como fonte de nutriente o fertilizante mineral polimerizado com tecnologia Kincoat, que previne a volatilização por N em uma formulação 16-02-16 (Tabela 2).

Tabela 2 — Apresentação da formulação do fertilizante utilizado no experimento, com sua respectiva dose em (kg.ha⁻¹) e teor de nutrientes (UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2021).

Fonte	Fertilizante	Dose (kg.ha ⁻¹)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Mineral com polímero Kincoat	16-02-16	2.500	400	50	400

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

As adubações foram realizadas em superfície sob projeção da copa com base no proposto por Matiello *et al.* (2020).

2.2.4 Descrição dos tratamentos

A adubação foi realizada de três diferentes formas, em aplicação única, fracionamento da dose em 2 vezes e fracionamento da dose em 3 três vezes, sendo respectivamente os tratamentos T1, T2 e T3 (Tabela 3). Cada fracionamento foi aplicado nas datas descritas na Tabela 4.

Tabela 3 — Apresentação dos tratamentos utilizados no experimento da lavoura da cultivar de café Tupi (UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2021)

Tratamento	Fonte	% da dose recomendada	Parcelamentos	Dose (kg.ha ⁻¹)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T1	Mineral Polimerizado Kincoat	70	1	1750,0	280	3	280
T2	Mineral Polimerizado Kincoat	70	2	1750,0	280	3	280
T3	Mineral Polimerizado Kincoat	70	3	1750,0	280	3	280

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Tabela 4. Datas referentes aos parcelamentos das adubações (UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2023)

Tratamento	Fracionamentos	Data da Adubação
T1 - Uma aplicação	Aplicação única	05/11/2020
T2 - Duas aplicações	1ª Parcela	05/11/2020
	2ª Parcela	07/01/2021
T3 - Três aplicações	1ª Parcela	05/11/2020
	2ª Parcela	10/12/2020
	3ª Parcela	07/01/2021

Fonte: dados da pesquisa.

2.2.5 Determinação da uniformidade de maturação percentual

A colheita do café foi iniciada no dia 21 de junho do ano de 2021, seguindo a programação já realizada na propriedade. Foram escolhidas as 4 plantas do meio de cada parcela. Essas plantas foram completamente colhidas através dos métodos de derriça no pano. Todos os grãos foram reunidos, e as impurezas foram retiradas. Em seguida, os grãos foram homogeneizados, e uma amostra de um litro foi retirada, despejada em uma superfície clara e, na sequência, os grãos foram separados de acordo com o grau de maturação: verde, verde cana, cereja, passa e seco.

2.2.6 Análise estatística

Os dados resultantes da determinação da uniformidade de maturação para os grãos cereja foram submetidos à análise de variância utilizando o software Sisvar pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 5 apresenta os dados percentuais para cada grau de maturação, verde, verde cana, cereja, passa e seco. Os valores obtidos para o nível de maturação cereja foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, os quais se demonstraram iguais.

Tabela 5 — Grau de maturação (%) de grãos de café sob efeito da adubação fracionada. (UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2021)

Tratamento	Parcelamentos	Verde %	Verde Cana %	Cereja %	Passa %	Seco %
T1	1 Parcelamento	21,73	25,46	50,41 a1	0,71	1,70
T2	2 Parcelamento	21,99	19,34	55,48 a1	2,34	0,86
T3	3 Parcelamento	10,15	21,04	65,38 a1	1,46	1,97

Foram submetidos ao teste Tukey a 5% de probabilidade. CV (%) = 29,63. T1 – Aplicação Única; T2 – Duas frações da dose; T3 – Três frações da dose.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

4 CONCLUSÃO

Nas condições desta pesquisa, o fracionamento da adubação não influenciou na uniformidade de maturação dos grãos de café, variedade Tupi IAC-1669-33.

REFERÊNCIAS

- BINDER, D. L.; SANDER, D. H.; WALTERS, D. T. Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 6, p. 1228-1236, 2000.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, DF, v. 10, n. 3, terceiro levantamento, setembro 2023.
- CANTARELLA, H. 1993. Calagem e adubação do milho. *In*: BÜL, L. T.; CANTARELLA, H. (Eds). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.147-198.
- CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, 1985. v. 11.
- CORTEZ, J. G. **Melhoramento da qualidade do café brasileiro**: influência de sistemas de produção e processamento sobre algumas características da bebida. Campinas, 1996. 49 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- FURLANI, A. M. G. 2004. **Nutrição Mineral**. *In*: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Rio de Janeiro: Guanabara Kooga S. A., 2004. p. 40-75.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: verlag justus perthes. **Wall-map 150cmx200cm**, p. 91-102, 1928.
- LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R.; SILVA, C. A. **Sistema Plantio Direto**: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA, 2004.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MATIELLO, J. B. *et al.* **Cultura de café no Brasil – Manual de Recomendações**. Rio de Janeiro e Varginha: Fundação PROCAFÉ, 2010.
- 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.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

SANTINATO, F. *et al.* **Cultura do cafeeiro**: características e recomendações de cultivares de café. Jaboticabal: FUNEP, 2021.

SCHRÖDER, J. J. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of art. **Field Crops Research**, 66: 151-164, 2000.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; LAZARINI, E. Aspectos econômicos da adubação nitrogenada na cultura do milho em sistema plantio direto em Latossolo Vermelho distroférico fase cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 3, p. 286-297, 2005.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho em latossolo vermelho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. n. 477-486, 2006.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Coffee**: World Markets and Trade, junho, 2023.