

CONCENTRAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO EM FOLHAS E FRUTOS DE *Coffea canephora* CULTIVADO NA AMAZÔNIA SUL OCIDENTAL¹

Danielly Dubberstein²; Fábio Luiz Partelli³; Jairo Rafael Machado Dias⁴; Ronaldo William da Silva⁵;
Marcelo Curitiba Espindula⁶

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – Consórcio Pesquisa Café

²Bolsista da Capes, Doutoranda em Genética e Melhoramento, UFES/CCA, Alegre-ES, dany_dubberstein@hotmail.com

³Professor Adjunto, UFES/CEUNES, São Mateus-ES, partelli@yahoo.com.br

⁴Professor Adjunto, UNIR, Rolim de Moura-RO, jairorafaelmdias@hotmail.com

⁵Bolsista da Capes, Mestrando em produção Vegetal, UFES/CCA, Alegre-ES, ronaldo_willian1@hotmail.com

⁶Pesquisador Embrapa Rondônia, Porto Velho-RO, marcelo.espindula@embrapa.br

RESUMO: O conhecimento do comportamento das concentrações de nutrientes em folhas e frutos de cafeeiro auxilia no manejo da adubação. Neste sentido, objetivou-se avaliar a concentração de cálcio e magnésio em folhas e frutos de cafeeiro sob distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental. O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, Rondônia, em lavoura propagada por estacas com 2,5 anos de idade, conduzido em esquema de parcelas subdividida no tempo, em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (adubado e não adubado) e nas subparcelas as épocas de coleta de frutos e folhas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental constituiu-se por 11 plantas úteis, sendo marcados em cada planta dois ramos plagiotrópicos produtivos. Os frutos foram coletados a cada 28 dias, desde fruto chumbinho (julho de 2013) até a maturação (abril de 2014). Concomitantemente coletou-se 20 folhas em cada bloco até junho de 2014. Os frutos e folhas foram secos em estufa com circulação forçada de ar e, encaminhados para análises químicas laboratoriais. Utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a comparação de médias de concentração quando houve efeito significativo pelo teste F, com auxílio do programa estatístico Assistat. Foi diagnosticado que a adubação mineral influi sobre a concentração de cálcio nos frutos e de magnésio nas folhas. A concentração de cálcio e magnésio em folhas e frutos no período inicial da formação dos frutos é maior e tende a diminuir nas fases posteriores.

PALAVRAS-CHAVE: manejo nutricional, café Robusta, fase reprodutiva, estádios fenológicos, remobilização de nutrientes.

CONCENTRATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM IN LEAVES AND FRUIT GROWING IN WEST *COFFEA CANEPHORA* SOUTH AMAZON

ABSTRAT: The knowledge of the behavior of nutrient concentrations in leaves and and fruits coffee assist in the management of fertilization. In this sense, the objective was to evaluate the concentration of calcium and magnesium in leaves and coffee fruits under different managements of fertilizer in South Western Amazon. The experiment was conducted in Rolim de Moura municipality, Rondônia, in crops propagated by cuttings with 2.5 years of age, conducted in subdivided plot scheme in time, where the main plots consisted of two fertilization managements (fertilized and not fertilized) and the subplots the fruit and leaves of the sampling times. The experimental design was a randomized complete block design with three replications. The experimental plot consisted of 11 useful plants, being marked in two productive plant reproductive branches. Fruits were collected every 28 days, from BB fruit (July 2013) to maturity (April 2014). Concomitantly collected up to 20 sheets in each block to June 2014. The fruits and leaves were dried in an oven with forced air circulation and referred for laboratory chemical analysis. We used the Tukey test at 5% probability to compare the means of concentration when significant effects by F test, with the aid of Assistat statistical program. He was diagnosed that the mineral fertilizer influences the concentration of calcium in fruit and leaves of magnesium. The concentration of calcium and magnesium in leaves and fruits in the initial period of fruit formation is larger and tends to decrease in the later stages.

KEYWORDS: nutritional management, Robusta coffee, reproductive stage, growth stages, remobilization of nutrients.

INTRODUÇÃO

O gênero *Coffea*, possui mais de 120 espécies descritas, no entanto, economicamente apenas duas espécies apresentam importância, que são o *C. arabica* conhecida popularmente como café arábica e *C. canephora* dito como café conilon/robusta (DAVIS et al., 2011). O Brasil caracteriza-se como maior produtor mundial de café, sendo que em 2014

a produção foi de 45 milhões de sacas beneficiadas, esta produção é dividida-se entre as duas espécies *C. arabica* e *C. canephora*, com percentuais de 71 e 29%, respectivamente (CONAB, 2015).

Apesar da espécie *C. arabica* ser a mais explorada, nos últimos anos o consumo mundial de *C. canephora* veio a aumentar consideravelmente, a uma taxa de 3,25% ao ano, contra 2,58% para *C. arabica*, e, além disso, indicadores de preços de *C. canephora* também aumentaram, enquanto ocorreu redução para *C. arabica* (IOC, 2015). Assim o cultivo do *C. canephora* tem contribuído significativamente para o aumento da produção mundial de cafés.

No Brasil o *C. canephora* é cultivada predominantemente nos Estados de Espírito Santo, Rondônia e Bahia. Em Rondônia a cultura do cafeeiro foi introduzida a partir de 1970 por meio de imigrantes do Estado do Espírito Santo principalmente, que migraram pra região em vista das condições favoráveis para o cultivo do cafeeiro, bem como na busca por condições melhores. Atualmente se caracteriza como uma cultura difundida no estado, sendo fonte de renda de inúmeras propriedades e contribuindo na fixação do homem no campo, correspondendo a quinta maior produção a nível nacional e segundo maior produtor da espécie *C. canephora*. Entretanto as lavouras da região apresentam uma baixa produtividade, em torno de 16 sacas por hectare, isso ocorre devido a diversos fatores, podendo destacar que boa proporção das lavouras é decadente, os tratos culturais inadequados, bem como o manejo nutricional ainda negligenciado (CONAB, 2015).

O cafeeiro Conilon apresenta alta exigência nutricional em função das elevadas quantidades de nutrientes necessários para formação dos frutos e crescimento vegetativo da planta (LAVIOLA et al., 2007b; PARTELLI et al., 2014). Dentre os macronutrientes o cálcio e magnésio se destacam como segundo e quarto mais exigidos e acumulados pela planta de *C. canephora*, na respectiva ordem (BRAGANÇA et al., 2008). Assim torna-se evidente a importância da adubação mineral a cultura, bem como o seu manejo adequado.

Durante a fase reprodutiva do cafeeiro os frutos passam por diferentes estádios fenológicos (CUNHA & VOLPE, 2011; PARTELLI et al., 2014). Cada estágio de formação possui funções fisiológicas e metabólicas particulares, fundamentais à formação final deste órgão (LAVIOLA et al., 2007a) e consequentemente há variações na concentração e no conteúdo de elementos acumulados em cada estágio, ou seja, períodos menos e outros mais exigentes por nutrientes minerais (LAVIOLA et al., 2007b; PARTELLI et al., 2014).

O conhecimento da dinâmica de nutrientes nos distintos estádios de formação dos frutos de cafeeiro torna-se uma importante ferramenta para conhecimento das necessidades nutricionais da cultura, possibilitando também identificar os períodos em que a planta mais carece de nutriente e a época adequada para aplicação de fertilizantes, com maior aproveitamento, evitando perdas e aumentando a eficiência do produto aplicado (RAMIREZ et al., 2002). Além disso, é de grande interesse conhecer as variações nos teores de nutrientes nas folhas e sua mobilização para frutos durante a fase reprodutiva do cafeeiro, devido à capacidade do fruto em extrair nutrientes dos órgãos vegetativos para atender a demanda do fruto durante o período reprodutivo.

Estudos vêm sendo realizado nas principais regiões cafeeiras (Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Bahia), no entanto, a região Amazônica com sua característica edafoclimática distinta ainda carece de conhecimentos sobre a dinâmica de nutrientes nos frutos e folhas desta cultura. Assim, objetivou-se avaliar a concentração de cálcio e magnésio em frutos e folhas de cafeeiros sob distintos manejos de adubação na Amazônia Sul Ocidental.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Rolim de Moura, localizado na zona da mata do Estado de Rondônia, em lavoura de cafeeiro propagado por estaquia, com dois anos e seis meses de idade, no espaçamento de quatro metros entre linhas e um metro entre plantas (4x1 m). A adubação do tratamento adubado foi realizada nas doses de 440 kg ha⁻¹ de N, 270 kg ha⁻¹ de K₂O, 9 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 12,5 kg ha⁻¹ de CaO e 6 kg ha⁻¹ de S. As fontes utilizadas foram o superfosfato simples aplicado em uma única vez (12 de julho de 2013), uréia e cloreto de potássio em quatro parcelamentos (12 de julho e 22 de outubro de 2013, 31 de janeiro e 28 de fevereiro de 2014). Em períodos de estiagem foi realizada a irrigação por meio de aspersão convencional.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas principais foram constituídas por dois manejos de adubação (adubado e não adubado) e nas subparcelas constituiu-se as épocas de coleta de folhas e frutos (13 e 11, respectivamente). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. A parcela experimental foi constituída por 11 plantas, sendo marcados em cada planta, dois ramos plagiotrópicos produtivos, sempre apresentando entre 10 e 12 rosetas na porção mediana da copa nos pontos cardeais lado norte e sul.

As coletas de fruto foram realizadas com intervalo de 28 dias, desde o estágio fenológico do fruto chumbinho (julho de 2013) até a maturação completa (abril de 2014). Concomitantemente foram coletadas 22 folhas no terço médio da planta, a partir do terceiro par de folhas aleatoriamente em cada bloco, no entanto as avaliações estenderam-se dois meses posterior a colheita (jun/2014), a fim de averiguar o comportamento da concentração de nutriente foliar após a retirada dos frutos.

Os frutos e folhas foram encaminhados para estufa de circulação de ar forçada a 65°C, secados até atingir massa constante. Posteriormente, foi realizada a separação e contagem dos frutos e pesado em balança de precisão. As análises foram feitas usando como metodologia a descrita por Silva et al. (2009).

As médias de concentração nutricionais de cálcio e magnésio nos frutos e folhas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) ($p \leq 0,05$). Utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a comparação de médias de concentração quando houve efeito significativo pelo teste F da ANOVA com auxílio do programa estatístico Assisat 7.7 beta e a confecção dos gráficos realizada em planilha eletrônica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação promoveu efeitos significativos na concentração de cálcio nos frutos de cafeeiros em todo período de coleta, conforme o manejo da adubação. Comportamento distinto verifica-se na folha, em que o manejo da adubação influencia apenas em determinadas épocas a concentrações de magnésio, diante da interação significativa entre manejos de adubação e época de coleta do fruto (Tabela 1).

Tabela 1. Média de concentração de cálcio e magnésio em frutos e folhas de cafeeiro desde a pós-florada até a maturação submetida a dois manejos de adubação.

Tratamento	FRUTOS		FOLHAS	
	Cálcio	Magnésio	Cálcio	Magnésio
	g kg ⁻¹			
Plantas adubadas	7,09b	2,16a	15,2 ^a	3,0a
Plantas não adubada	8,26 ^a	2,36a	15,5 ^a	3,2a
CV%	18,93	26,89	23,23	20,36

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se que a durante o período avaliado a concentração de Ca em frutos de plantas não adubadas foi maior que em frutos de plantas adubadas (Tabela 1). Tais resultados podem ser justificados em função de que altas concentrações de K⁺, Mg²⁺ e NH₄⁺ no solo podem diminuir a absorção de Ca²⁺ que é a forma deste nutriente absorvida pelas raízes das plantas (VITTI et al., 2006). Podendo ainda ocorrer efeito inverso, quando houver elevadas concentrações de Ca trocável no solo, inibindo a absorção de Mg²⁺ e K⁺ (MEDEIROS et al., 2008).

Outra explicação plausível para este comportamento do cálcio pode ser em função do efeito de diluição da concentração do nutriente com aumento do teor de matéria seca, ocasionado por um provável maior crescimento dos frutos de plantas adubadas em comparativo a frutos não adubados, devido à adubação nitrogenada principalmente (PREZOTTI & BRAGANÇA, 2013).

Maiores concentrações de magnésio em folhas de plantas adubadas foram diagnosticadas apenas no final de janeiro e distintamente, verificou-se no início de dezembro, final de março e abril que as concentrações em folhas de plantas não adubadas se sobressaíram às folhas de plantas adubadas, (Figura 1). Como visto, concentrações superiores de Mg ocorreram em maior parte em folhas de plantas ausentes em adubação, tal comportamento também pode ser justificado em função da presença de outros cátions como K⁺, NH₄⁺, Ca²⁺ e Mn²⁺ no solo podem afetar a absorção de magnésio (VITTI et al., 2006), refletindo diretamente na planta, causando assim baixas concentrações em folhas de plantas que foram adubadas.

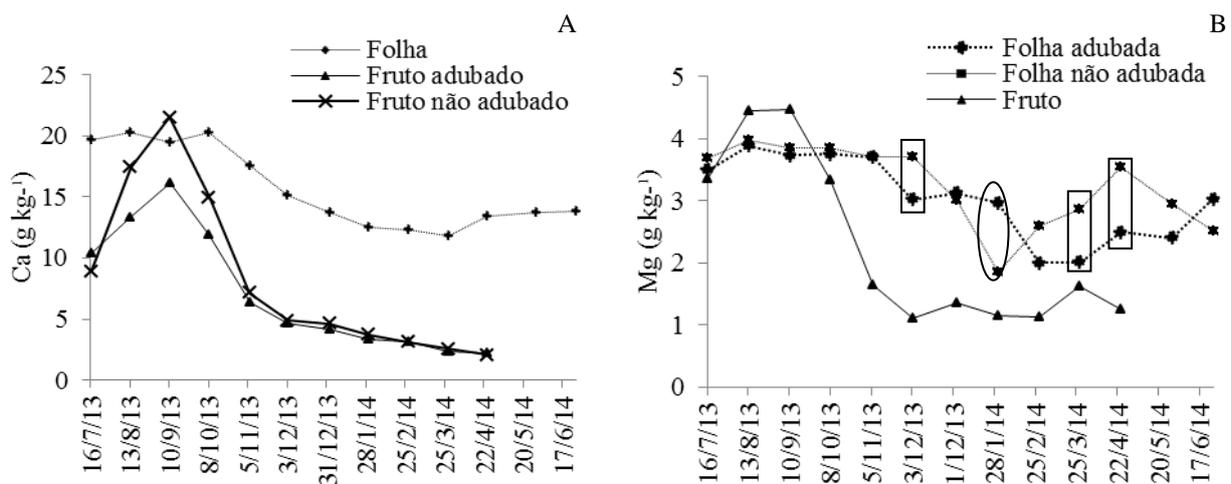


Figura 1. Concentração de cálcio (A) e magnésio (B) em fruto e folhas de *C. canephora* submetido a dois manejos de adubação (adubado e não adubado) coletados desde a fase chumbinho até a maturação e pós-colheita, respectivamente. Na figura 1 (B) média de concentração de magnésio superior em folhas de plantas adubadas estão destacadas com círculo e de folha de plantas não adubadas com retângulo.

As maiores concentrações de cálcio e magnésio nos frutos ocorreram na fase inicial de formação deste órgão. Sendo que concentrações menos pronunciadas ocorreram no primeiro mês de coleta do fruto (julho) e aumentaram nos meses

seguintes, atingindo a maior proporção de todo período avaliado em setembro (Figura 1). Neste período compreende-se o estágio de grão chumbinho, onde o fruto ainda encontra-se pequeno em tamanho e com inexpressivo acúmulo de matéria seca, contribuindo para que o nutriente fique mais concentração no fruto.

Esses resultados concordam com Laviola et al. (2007b) que avaliando a dinâmica de cálcio e magnésio em cultivares de café arábica em três níveis de adubação também verificaram que as máximas concentrações deste nutrientes foram encontradas nas fases de fruto chumbinho.

Após esse período de máximo acúmulo ocorreu queda nas concentrações dos nutrientes, sendo que a menor concentração de Ca ocorreu nos estágios de granação e maturação. Para Mg ocorreu praticamente mesmo comportamento, no entanto oscilações e pequeno aumento incidiu no final da maturação. Este desempenho ocorre devido o aumento do teor de matéria seca no fruto, ou seja, dilui-se a quantidade de nutriente presente com aumento do tamanho do fruto (matéria seca). Os estágios expansão, granação e maturação são caracterizados pela expansão celular, aumento de tamanho e acúmulo de substâncias de reserva no fruto (LAVIOLA et al., 2006).

As concentrações de cálcio e magnésio nas folhas se mostraram bem similares às concentrações nos frutos. Maior teor dos nutrientes foi averiguado nas primeiras avaliações e menor concentração ocorreu no período em que os frutos passavam pelos estágios de granação e maturação dos frutos. Para magnésio houve tendência de aumento na concentração foliar após a colheita dos frutos (abril), onde os frutos atuam como drenos preferenciais por nutriente no período reprodutivo, com a retirada há possibilidade de maior disponibilização de nutriente para a planta vegetar e formar copa.

Oscilações nas concentrações de Ca em folhas de três cultivares de café arábica foram verificadas por Laviola et al. (2007b), sendo que a fase inicial apresentou maiores concentrações. Resultados distintos foram observados por Valarini et al. (2005), que obteve aumento considerável no teor de Ca nas folhas de cultivares de café arábica em dezembro, fevereiro e maio de 12,6, 16,3 e 19,9 g kg⁻¹, respectivamente. Já para Mg resultados totalmente inversos foram constatado por Laviola et al. (2007b) sendo que na fase inicial (chumbinho) os autores relataram baixas concentrações deste nutriente, aumentando no decorrer dos estágios de expansão, granação e maturação.

Em virtude do mesmo comportamento verificado nas concentrações de cálcio no fruto e folha, justifica-se que a remobilização de cálcio das folhas para os frutos tendem a ser incomum, uma vez que o cálcio contido na folha possui baixa mobilidade devido às baixas concentrações no simplasma e floema, podendo ser redistribuído somente em condições especiais, como: injeção de outros cátions nas nervuras, tratamento com ácido triiodotetracético ou ácido triiodobenzóico, ácidos málico ou cítrico (VITTI et al., 2006).

Diante dos resultados obtidos, atribui-se que na fase inicial de formação do fruto, os frutos e as folhas já possuem exigência relevante em cálcio e magnésio, devido às concentrações mais elevadas destes nutrientes verificadas. Assim a adubação mineral deve atender a demanda neste período e deve ser feita visando a demanda para formação dos frutos, bem como para formação da copa no cafeeiro.

CONCLUSÕES

A adubação mineral influencia na concentração de cálcio em frutos e na concentração de magnésio em folhas de cafeeiro.

As concentrações tanto em frutos como em folhas são maiores no estágio inicial de formação do fruto e diminuem posteriormente, atingindo menor conteúdo nos estágios de granação e maturação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGANÇA, S.M.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, H.G.; SANTOS, L.P.; SEDIYAMA, C.S.; ALVAREZ V, V.H.; LANI, J.A. Accumulation of Macronutrients for the Conilon Coffee Tree. *Journal of Plant Nutrition*, Estados Unidos, v.31, n.1, p.103-120, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café. Primeiro Levantamento, Brasília, v.1, n.3, p.1-41, Janeiro de 2015.

CUNHA, A.R & VOLPE, C.A. Curvas de crescimento do fruto de cafeeiro cv. Obatã IAC 1669-20 em diferentes alinhamentos de plantio. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.32, n.1, p.49-62, 2011.

DAVIS, A.P.; TOSH, J.; RUCH, N.; FAY, M.F. 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*, Oxford, v.167, n.3, p.357-377, 2011.

ICO - International Coffee Organization (2013). Aspectos botânicos. Disponível em [http://http://www.ico.org/pt/botanical_p.asp?section=Estat%EDstica]. Acessado em 31 de março de 2015.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO, L.D.S. Acúmulo de nutrientes em frutos de cafeeiro em duas altitudes de cultivo: Micronutrientes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.31, n.1, p.1439-1449, 2007a.

LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V, V.H. Dinâmica de cálcio e magnésio em folhas e frutos de *Coffea arabica*. *Revista Brasileira de Ciência do solo*. Viçosa, v.31, n.1, p.319-329, 2007b.

- LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B de.; VENEGAS, V.H.A. Dinâmica de N e K em folhas, flores e frutos de cafeeiro arábico em três níveis de adubação. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.22, n.3, p.33-47, 2006.
- MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; ROSA, J.D.; GATIBONI, L.C. Calcium: magnesium ratio in amendments of soil acidity: nutrition and initial development of corn plants in a Humic Alic Cambisol. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.29, n.4, p.799-806, 2008.
- PARTELLI, F.L.; ESPÍNDULA, M.C.; MARRÉ, W.B.; VIEIRA, H.D. Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of conilon coffee with different ripening cycles. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.38, n.1, p.214-222, 2014.
- RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F.; MORA, L. Consumo de nutrientes por los frutos y bandolas de café Caturra durante um ciclo de desarrollo y maduración en Aquirres, Turrialba, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, Costa Rica, v.26, n.1, p.33-42, 2002.
- SILVA, F.C. da. Manual de análises químicas de solos, planta e fertilizantes. 2. Ed. Ver. Ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.
- VALARINI, V.; BATAGLIA, O.C.; FAZUOLI, L.C. Macronutrientes em folhas e frutos de cultivares de café arábica de porte baixo. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.4, p.661-672, 2005.
- VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. XII-CÁLCIO, MAGNÉSIO E ENXOFRE. In: FERNADES, M.S., Eds. *NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006, p. 299-325.