

DINÂMICA DE N E K EM FRUTOS DE CAFEIEIRO ARÁBICO EM TRÊS NÍVEIS DE ADUBAÇÃO

Bruno Galvêas LAVIOLA¹; Hermínia Emilia Prieto MARTINEZ²; Ronessa Bartolomeu de SOUZA³; Victor Hugo ALVAREZ V⁴.

¹DS, Eng. Agr^o. Bolsista CNPq, E-mail: laviolabg@yahoo.com.br; ²DS, Professora do Departamento de Fitotecnia – UFV, E-mail: herminia@ufv.br; ³DS, Pesquisadora da EMBRAPA Hortaliças, E-mail: ronessa@cnpq.embrapa.br; ⁴DC, Professor do Departamento de Solos – UFV, E-mail: vhav@ufv.br

Resumo:

O objetivo deste trabalho foi acompanhar a dinâmica de N e K em frutos de cafeeiro da antese à maturação em três níveis de adubação. Utilizaram-se três variedades de cafeeiro arábico distribuídas em três ensaios independentes (níveis de adubação baixo, adequado e alto), instalados em blocos ao acaso com duas repetições em um esquema de parcelas subdivididas no tempo. As variedades apresentaram as maiores concentrações de N e K nos frutos no estágio de chumbinho, havendo redução na concentração dos elementos no estágio de expansão rápida. Nos estádios de crescimento suspenso e granação-maturação se observou um novo aumento na concentração de N e K nos frutos.

Palavras-Chave: Fisiologia vegetal; Nutrição mineral; Estádio reprodutivo; Elementos minerais

DYNAMICS OF N AND K IN FRUITS OF ARABIC COFFEE (*COFFEA ARABICA* L.) USING THREE MANURING LEVELS

Abstract:

The aim of this work was to follow the dynamics of N and K in fruits of coffee tree from anthesis to maturation using three manuring levels. Three varieties of Arabic coffee plant were used distributed in three independent essays (levels of manuring low, sufficient and high), installed in randomized blocks with two repetitions using a scheme of split-plot in time. The varieties presented the largest concentrations of N and K in the fruits in the first suspended growth stages, having reduction in the concentration of the elements in the stages of fast expansion. In the stages of suspended growth and formation-maturation was observed a new increase in the concentration of N and K in the fruits.

Key words: Plant physiology; Mineral nutrition; Reproductive stages; Mineral elements

Introdução

Durante a formação do fruto do cafeeiro e nos diversos estádios de desenvolvimento, há variações na concentração e na quantidade dos elementos acumulados, assim como variação na produção de matéria seca. De acordo com Moraes & Catani (1964) a absorção de nitrogênio, potássio, fósforo e acúmulo de matéria seca são intensificados a partir do quarto mês após a floração, havendo novo incremento na absorção de nitrogênio e potássio e no acúmulo de matéria seca a partir de sexto e sétimo meses após a antese.

A época de fornecimento dos fertilizantes para o cafeeiro deve coincidir com o período de maior consumo de nutrientes para sustentar o crescimento vegetativo e a frutificação. No entanto, devem ser consideradas também as condições climáticas. Segundo Matiello et al. (2005), 73 % do crescimento vegetativo ocorre de outubro a abril, sendo o consumo de nutrientes para a frutificação também concentrado nesse período (mais de 80 %). Dessa forma, foi sugerido que o fornecimento de nutrientes, pelas adubações, é mais necessário nesta época, ficando as demais épocas com as reservas formadas.

Conhecer a dinâmica dos nutrientes minerais nas variedades de cafeeiro, principalmente, no que se refere às flores e frutos, é uma importante informação para se identificar o período de maior exigência nutricional pela planta e desta forma, melhorar a eficiência das práticas de adubação.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi acompanhar a dinâmica de N e K em frutos de cafeeiro arábico da antese à maturação em três níveis de adubação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante um período de oito meses compreendido em Área Experimental da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, com altitude de 651 m, latitude sul 20°45' e longitude oeste 42°51', em talhão de café implantado em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Foram realizados três experimentos, sendo que em cada ensaio, foram utilizadas três variedades de cafeeiro arábico, Catuaí Vermelho IAC-99, Rubi MG-1192 e Acaiaí IAC-474-19, plantadas em blocos ao acaso no espaçamento de 2,0 x 1,0 m. As plantas receberam níveis de adubação e calagem com base na análise do solo designados baixo, adequado e alto desde o plantio. No ano agrícola de 2001/2002 empregaram-se as doses apresentadas no Quadro 1.

O calcário foi aplicado a lanço superficialmente á lanço antecedendo o período chuvoso. Os demais adubos foram parcelados em aplicações semanais realizadas de novembro a março ao solo de forma localizada pela utilização de fertirrigação por gotejamento. Micronutrientes: Zn, B e Cu foram supridos por meio de três aplicações foliares anuais (dez., jan. e fev.), utilizando-se sulfato de zinco, ácido bórico, oxiclureto de cobre e cloreto de potássio (como adjuvante), na concentração de 4 g/L de cada adubo.

O delineamento experimental empregado em cada ensaio foi em blocos casualizados distribuídos em um esquema de parcelas subdivididas no tempo, sendo três variedades de café e 12 períodos de amostragem, com duas repetições. Cada parcela foi constituída de 25 plantas dispostas em cinco fileiras, ocupando uma área de 50 m². Consideraram-se como parcela útil as nove plantas dispostas no centro das três fileiras centrais da parcela.

Quadro 1 – Adubação empregada no ano agrícola de 2001/2002

Nível de Adubação	Calcário t/ha	N g/planta	P2O5 g/planta	K2O g/planta
Baixo	0,13	42	6,4	25,6
Adequado	0,33	105	16	64
Alto	0,46	147	22	89,6

As amostragens iniciaram-se quando houve antese floral, ocasião em que se coletaram flores sendo este considerado como dia zero. A partir desta data efetuaram-se coletas periódicas de folhas e frutos durante o desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro nos seguintes períodos: aos 28, 42, 63, 84, 105, 133, 154, 175, 196, 210 e 224 dias após a antese.

O material vegetal coletado foi lavado em água desionizada e posto a secar em estufa de circulação de ar forçado a 70 °C até atingir peso constante. Após este processo, os materiais vegetais foram pesados e moídos e submetidos a análises químicas.

Selecionando-se os modelos que mais explicaram fisiologicamente a variação dos teores de N e K em frutos em função do tempo decorrido após a antese. Para explicar a variação dos elementos nos frutos optou-se por um modelo descontínuo com duas equações de regressão.

Resultados e Discussão

Nas condições do experimento em Viçosa, o período reprodutivo apresentou extensão de 32 semanas (224 dias). Com base na curva de acúmulo de matéria seca por fruto das variedades, podem-se verificar quatro estádios distintos durante a formação dos frutos (Fig. 1). O primeiro estádio apresentou duração de 42 dias, havendo pequeno acúmulo de matéria seca, sendo este estádio denominado de chumbinho, em que, de acordo com Rena et al. (2001), se caracteriza por intensa divisão celular e ausência de crescimento expressivo no tamanho do fruto.

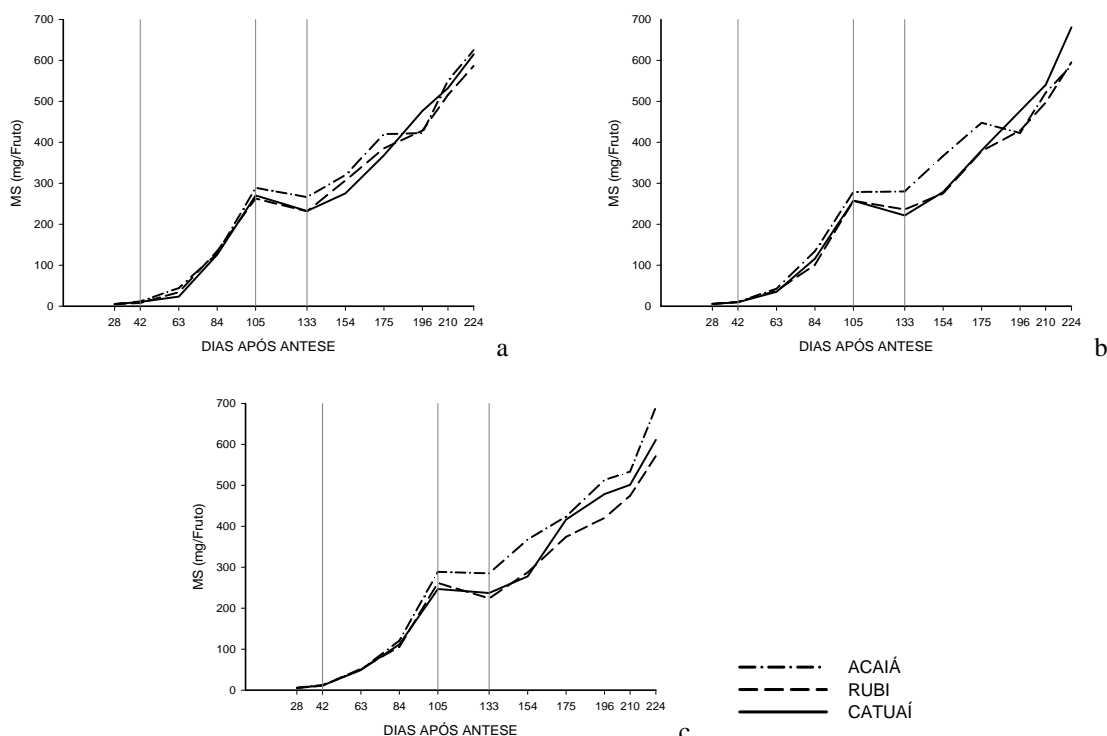


Fig. 1 - Acúmulo médio de matéria seca por fruto de três variedades de cafeeiro arábico no nível baixo (a), adequado (b) e alto (c) de adubação. As linhas verticais delimitam os estádios de desenvolvimento dos frutos de chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso e granação-maturação.

O segundo estádio (Fig. 1) iniciou-se com rápido aumento no conteúdo de matéria seca nos frutos tendo duração entre 42 até 105 dias após a antese (63 dias). Este estádio é conhecido como estádio de rápida expansão, no qual se observa

um rápido aumento do tamanho dos frutos promovido mais efetivamente por expansão celular. O aumento do acúmulo de matéria seca ocorre, principalmente, por deposição de substâncias de parede celular como celulose, hemiceluloses e pectinas (Cannel, 1971; Taiz & Zeiger, 2004).

Após este segundo estágio, observou-se um terceiro com duração dos 105 até 133 dias após a antese (28 dias). Neste estágio ocorreu paralisação no acúmulo de matéria seca por fruto, havendo até um leve declínio (Fig. 1). Alguns autores denominam este estágio como de crescimento suspenso.

Por fim, observou-se um quarto estágio de desenvolvimento dos frutos (Fig. 1) com duração dos 133 até os 224 dias após a antese (91 dias). Neste estágio estão incluídas as últimas fases de formação dos frutos: granação e maturação. O acúmulo de matéria seca pelos frutos nestes estádios ocorre, principalmente, por deposição de matérias de reservas (Rena et al., 2001). Em função do acúmulo de matéria seca ter ocorrido até os 224 dias após a antese, não foi possível a separação destas fases, havendo sobreposição entre elas.

Para melhor compreensão dos resultados, as fases fenológicas de desenvolvimento dos frutos estão delimitadas com barras verticais nos gráficos de acúmulo de matéria seca pelos frutos, assim como, nos gráficos da variação de concentração de N e K nos frutos e folhas das variedades.

O padrão das curvas de variação da concentração de N e K nos frutos das variedades ao longo do período reprodutivo (Fig. 2 e 3) foi semelhante entre os nutrientes, entre as variedades e os níveis de adubação. As curvas de variação do teor de N e K no fruto das variedades encontradas nos diferentes níveis de adubação assemelham-se as observadas por Chaves (1982), o qual também estudou a variação de nutrientes em frutos da variedade Catuaí ao longo do período reprodutivo.

A concentração de N na flor das variedades Acaíá, Rubi e Catuaí no nível alto de adubação foram de 2,24, 2,28 e 2,64 dag/kg (Fig. 2). A concentração de N na flor das variedades no nível alto de adubação foi superior à encontrada nas variedades nos níveis baixo e adequado de adubação. Tais resultados indicam que as variedades no nível alto de adubação estavam com melhor status nutricional em relação ao N no início do ciclo reprodutivo. As concentrações na flor, encontradas no nível alto de adubação, estão próximas a faixa de concentração adequada determinada por Martinez et al. (2003), de 2,29 a 2,59 dag/kg. Malavolta et al. (2002) encontrou concentrações 3,08 e 2,66 dag/kg de N em flores das variedades Catuaí e Mundo Novo. Estes resultados são superiores às maiores concentrações de N encontradas nas flores neste estudo. As concentrações iniciais de K nas flores das variedades estudadas (Fig. 3) variaram entre 1,68 a 2,56 dag/kg. Com exceção da variedade Catuaí no nível alto de adubação, os valores encontrados estão na faixa de concentração considerada como adequada por Martinez et al. (2003) de 1,79 a 2,63 dag/kg. Malavolta et al. (2002), observaram que no momento da floração são extraídos pelas flores 19,5 e 20,8 % do N total e 20,7 e 23,1 % do K total contido nas variedades Catuaí e Mundo novo, sugerindo que as flores do cafeeiro constituem um forte dreno temporário de nitrogênio.

Como se pode verificar, as máximas concentrações de N e K encontradas durante o desenvolvimento do fruto das variedades de cafeeiro (Fig. 2 e 3) ocorreram no estágio de chumbinho. De acordo com Rena et al. (2001), o fruto do cafeeiro neste estágio está sob intensa divisão celular, porém com pequeno crescimento e acúmulo de matéria seca. Isto pode explicar as maiores concentrações de N e K observadas no estágio de chumbinho.

Ao atingir a máxima concentração, observou-se que os maiores valores de concentração de N no fruto das variedades Rubi e Catuaí ocorreram no nível alto de adubação, sendo que para variedade Catuaí o valor foi igual no nível baixo de adubação (Fig. 2). Pode-se verificar que o maior fornecimento de N no nível alto de adubação influenciou positivamente na concentração máxima de N nos frutos das variedades Rubi e Catuaí.

Quanto ao K (Fig. 3), observou-se que os maiores valores ocorreram no nível baixo de adubação na variedade Rubi, no nível adequado de adubação na variedade Acaíá e no nível alto de adubação na variedade Catuaí, não apresentando uma resposta regular ao nível de adubação.

Após atingirem a máxima concentração de N e K no fruto (Fig. 2 e 3), as variedades apresentaram decréscimos nas concentrações do elemento durante a fase de expansão rápida, até que se atingissem uma mínima concentração. Paralelamente à diminuição dos teores de N e K no fruto das variedades, houve um aumento no acúmulo de matéria seca dos frutos (Fig. 1). Pode-se verificar que a diminuição na concentração de N nos frutos neste estágio foi provocada por um efeito de diluição em função do acúmulo de matéria seca dos mesmos. No estágio de rápida expansão, de acordo com Rena et al. (2001), o aumento de matéria seca dos frutos, como o de crescimento absoluto ocorre devido à expansão celular e não pelo acúmulo de substâncias de reservas nos frutos.

Após atingir uma mínima concentração de N e K nos frutos no final da fase de rápida expansão e crescimento suspenso, observou-se um novo aumento na concentração de N e K nos frutos de todas as variedades estudadas (Fig. 2 e 3). A concentração de N e K nos frutos aumentou até que se atingisse um ponto de máxima no início a meados dos estádios de granação-maturação, ocorrendo novamente decréscimo na concentração do elemento até o final da fase reprodutiva. Durante toda a fase de granação-maturação observaram-se aumento no acúmulo de matéria seca pelos frutos (Fig. 1). No entanto, até que se atingisse a máxima concentração, não foi observado efeito de diluição do nutriente no fruto em função do aumento do acúmulo de matéria seca. Com base nisso, acredita-se que máxima translocação de N e K para os frutos no estágio de granação-maturação ocorreu no ponto em que os frutos atingiram a máxima concentração de N e K. A partir deste momento, a translocação de N e K para os frutos foi diminuindo e o efeito de diluição em função do acúmulo de matéria seca fez com que a concentração do elemento nos frutos fosse diminuindo até o momento da colheita. Para N, a exceção ocorreu para a variedade Rubi no nível alto de adubação, a qual apresentou diminuição na concentração de N nos frutos do estágio de chumbinho até o final do estágio de granação-maturação. Para K, as exceções ocorreram para a

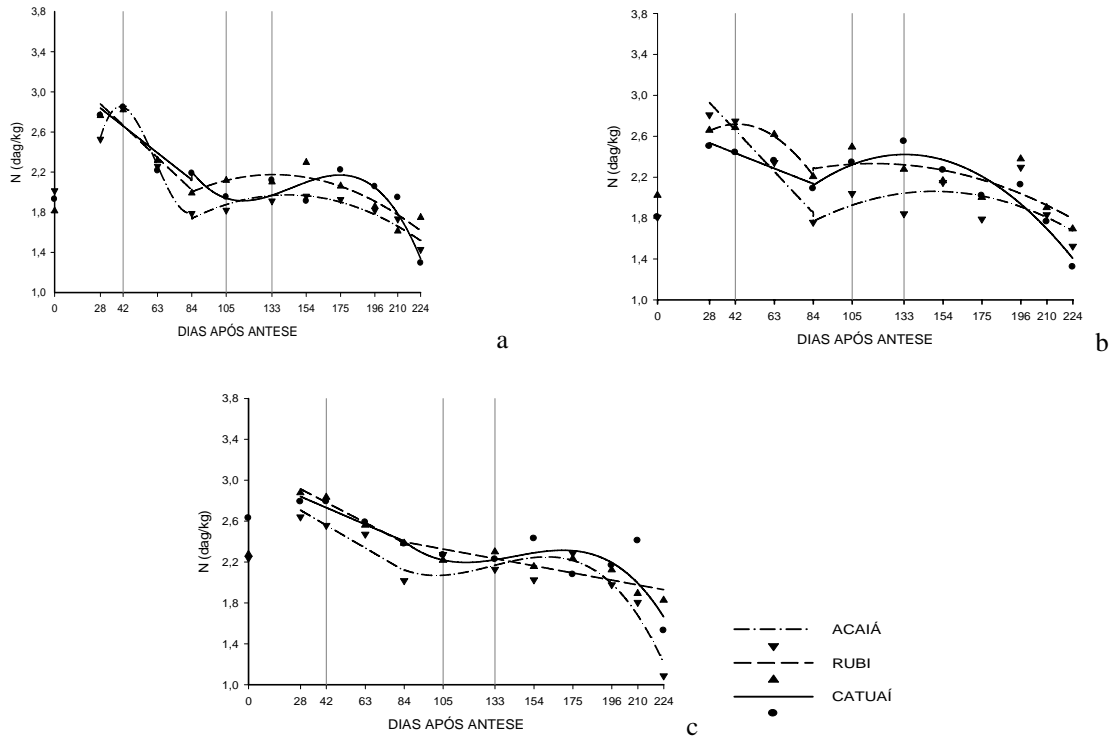


Fig. 2 - Concentração de nitrogênio em frutos de café em função do tempo decorrido após a antese, nos níveis baixo (a), adequado (b) e alto (c) de adubação. As linhas verticais delimitam os estádios de desenvolvimento dos frutos de chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso e granação-maturação.

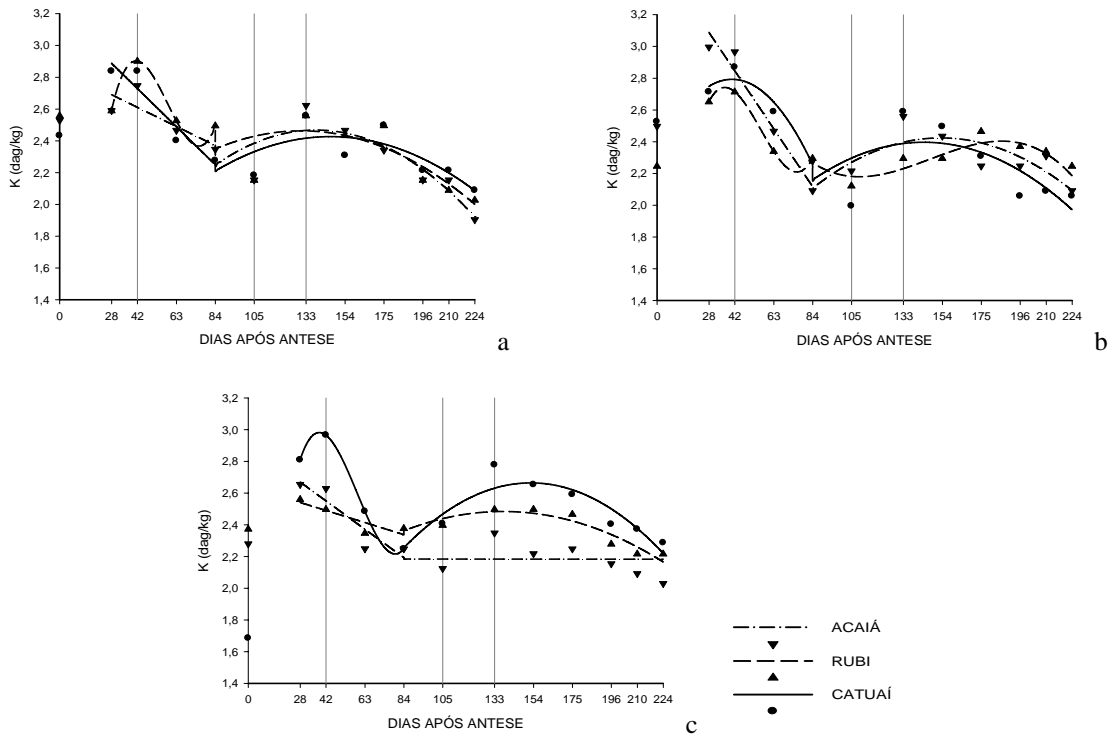


Fig. 3 - Concentração de potássio em frutos de café em função do tempo decorrido após a antese, nos níveis baixo (a), adequado (b) e alto (c) de adubação. As linhas verticais delimitam os estádios de desenvolvimento dos frutos de chumbinho, expansão rápida, crescimento suspenso e granação-maturação.

variedade Acaia no nível alto de adubação. Esta variedade no nível alto de adubação não apresentou variações significativas na concentração do elemento no fruto desde o final do estágio de expansão rápida até os 224 dias após antese, momento em que se colheram os frutos.

Alguns autores observaram aumento do conteúdo de N e K com o avançar da fase de formação dos frutos, mostrando que a partição de N e K para os frutos aumenta nas fases finais de formação. Moraes & Catani (1964) verificaram que o acúmulo de 79 % e 72 % do conteúdo de N e K total do fruto ocorreu nos últimos 120 dias de formação do fruto em um ciclo reprodutivo de 210 dias; Ramirez et al. (2002) observaram em um ciclo reprodutivo de 240 dias que 90 % e 93 % do N e K total foi acumulados nos 180 dias finais, sendo o período de 60 a 90 dias responsável pelo acúmulo de 45 % do N total e o período de 90 a 120 dias após a floração responsável pelo acúmulo de 52% do K total; Chaves (1982) observou aumento no acúmulo de N e K nos frutos de cafeeiro das variedades Catuaí até 210 dias após o aparecimento do chumbinho em um ciclo reprodutivo de 252 dias.

Aos 224 dias após a floração os maiores valores da concentração de N nos frutos das variedades Rubi e Catuaí ocorreram no nível alto de adubação (Fig. 2). Estas variedades apresentaram também as maiores concentrações de N no nível alto de adubação na floração e no momento em que atingiram as maiores concentrações do elemento. Quanto ao nutriente K (Fig. 3), aos 224 dias após a floração os maiores valores da concentração nos frutos foram observados no nível alto de adubação nas variedades Acaia e Catuaí e no nível adequado de adubação na variedade Rubi. Os menores valores foram encontrados no nível baixo de adubação nas variedades Acaia e Rubi e no nível adequado de adubação na variedade Catuaí. Tais resultados indicam que não somente o nível de adubação influencia na partição de nutrientes para os frutos, mas também outros fatores como a carga pendente de frutos.

Conclusões

Os níveis de adubação influenciaram na concentração de N e K em frutos das variedades de cafeeiro arábico ao longo do período reprodutivo. Porém, as concentrações de N e K em frutos não foram influenciadas somente pelos níveis de adubação empregados, mas também por outros fatores que determinam a taxa de distribuição dos elementos minerais nas plantas de cafeeiros, como a carga pendente de frutos.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Viçosa, ao CNPq, e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café pelo financiamento do projeto.

Referências Bibliográficas:

- CANNEL, M.G.R. Changes in the respiration and growth rates of developing fruits of *Coffea arabica* L. J. Hort. Sci., 46: 263-272, 1971
- CHAVES, J.C.D. **Concentração de nutrientes em frutos e folhas e exportação de nutrientes pela colheita durante um ciclo produtivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L. CV. Catuaí).** 1982, 131f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ-USP, 1982.
- MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária**, Brasília-DF, v. 37 n. 7, p. 1017-1022 jul. 2002.
- MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.; ALVAREZ V., V.H.; GUIMARÃES, P.T.G. Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n. 6, p.703-713, 2003.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações.** Rio de Janeiro: MAPA /PROCAFE, 2005, 438p.
- MORAES, F.R.P.de; CATANI, R.A. A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante o seu desenvolvimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 16, 1994. **Resumos...** Ciência e Cultura, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 142, 1964.
- 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 Aquiares, Turrialba, Costa Rica. **Agroscencia**, v. 26, n.1, p. 33-42. 2002
- RENA, A.B.; BARROS, R.S.; MAESTRI, M. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. In: ZAMBOLIM L. **Tecnologias de produção de café com qualidade.** Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001, p.101-128.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3ed. Porto Alegre: Artmed, 719p., 2004