FLUTUAÇÃO ESTACIONAL DOS TEORES DE NUTRIENTES E SUA PARTIÇÃO NOS DIFERENTES ÓRGÃOS DO CAFEEIRO CONILON[1]

Scheilla M. BRAGANÇA[2], E-mail: bragancasm@incaper.es.gov.br; Hermínia E. P. MARTINEZ[3]; Carlos S. SEDIYAMA[3]; Lucio P. SANTOS[4]; José A. LANI[2]; Víctor Hugo ALVAREZ V.[3]; Hélio Garcia LEITE[3]; Paulo Roberto MOSQUIM[3]

[1] Parte da tese de doutorado apresentada pela primeira autora à Universidade Federal de Viçosa; [2]Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Linhares, ES; [3]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG; [3]Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Resumo:

Com o objetivo de caracterizar a flutuação estacional dos teores de nutrientes e sua distribuição nos diferentes órgãos do cafeeiro Conilon, foi conduzido um experimento em Marilândia/ES, Brasil. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 4 tratamentos (estação do ano) e 18 repetições. Cada tratamento correspondeu a uma estação do ano, sendo as amostragens realizadas em intervalos de três meses. As plantas amostradas foram separadas em raiz,tronco + ramos ortotrópicos, ramos plagiotrópicos, folhas e frutos. Houve maior variabilidade para os micronutrientes que para os macronutrientes. Para os macronutrientes, os teores foliares variaram pouco nas diferentes estações, sendo observadas concentrações mais baixas no período frio e seco do ano, abril para o Mg e julho para N, P, K, S e P. Para o Ca, dado às suas funções estruturais, houve aumento contínuo dos teores foliares ao longo do tempo. De modo geral, os menores teores foliares de micronutrientes foram observados em abril, à exceção do B, cujos teores reduziram-se de janeiro a outubro e do Cu, cujos teores se mantiveram praticamente constantes ao longo do ano. Folhas e frutos alocaram as maiores proporções de nutrientes. O valor médio da relação Ca/Mg foi de, aproximadamente, 4.8 nas folhas e 3.8 nos frutos. Quanto às relações K/Ca e K/Mg houve aumento sensível do seu valor nos frutos (2.4 e 8.9), em relação às folhas (0.9 e 4.4).

Palavras-chave: *Coffea Canephora*, nutrição mineral, folhas, frutos.

SEASONAL NUTRIENT CONTENT VARIATION AND ITS PARTITION IN THE COFFEE PLANT CONILON

Abstract:

With the objective to characterize the seasonal nutrient content variation and its partition in the different organs of the coffee plant Conilon, an experiment was carried-out in Marilândia/ES, Brasil. An experimental design of randomized blocks was used with four treatments (date sampling) and eighteen repetitions. Each treatment corresponded to a sampling time, accomplished in intervals of three months. The sampled plants were sectioned, in way to separate its organs in root, main orthotropic branch + reminder orthotropic branches, plagiothropic branches, leaves and fruits. Results showed larger variability for micronutrients than for macronutrients. In general the macronutrient concentrations had lesser seasonal variation than micronutrient concentrations, and the lowest ones were reached in the cold and dry season. For N, K, S and P, the lowest concentrations were observed in July and for Mg in April. Calcium showed a continuous concentration increase along the time. The lowest micronutrient concentrations were observed in April, except for boron, whose concentrations were reduced from January to October, and for copper, whose concentrations remained practically constant along the year. Leaves and fruits allocated the highest nutrients proportions. The average value of the Ca/Mg relation was 4.8 for leaves and 3.8 in for fruits. The K/Ca and K/Mg relations were higher in the fruits (2.4 and 8.9), than in the leaves (0.9 and 4.4), respectively.

Key words: *Coffea Canephora*, mineral nutrition, leaves, fruits.

Introdução

A determinação dos teores de nutrientes no tecido vegetal é de fundamental importância, podendo ser aplicada às mais diversas finalidades, dentre as quais se destaca a avaliação do estado nutricional da planta. Além da disponibilidade de água e de nutrientes, a composição mineral das plantas varia, principalmente, com a espécie e cultivar, época de amostragem do tecido vegetal, fase fenológica, idade da planta e dos órgãos amostrados e condições edafoclimáticas (Martinez, 2003). Todos os fatores que proporcionam mudanças na taxa de crescimento e de absorção acarretarão diferentes teores do nutriente no tecido ou seja, se houver diminuição ou paralização da taxa de crescimento e o nutriente continuar sendo absorvido ocorrerá efeito de concentração. Por outro lado, se houver aumento na taxa de crescimento, concomitante à absorção dos nutrientes, ocorrerá efeito de diluição dos mesmos no tecido vegetal (Fontes, 2001).

Em geral, os teores dos nutrientes minerais em plantas lenhosas variam na seguinte ordem: folhas > ramos mais novos > ramos mais velhos > caules. Quando estes tecidos amadurecem e senescem, os nutrientes móveis, freqüentemente, são remobilizados para tecidos meristemáticos ativos. O teor desses nutrientes dentro de uma árvore depende também da distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos e tecidos. Quando ocorre aumento em tamanho, a proporção de matéria seca de folhas diminui, enquanto a proporção de caule e casca aumenta (Kozlowski e Pallardy, 1996). Conseqüentemente, ocorre variação na concentração de minerais nestes órgãos.

Diferindo das culturas com ciclo de crescimento determinado, o modelo das curvas de absorção de nutrientes para o cafeeiro não é uniforme durante o ciclo vegetativo e reprodutivo completo. Os nutrientes exibem variações na velocidade de absorção associadas aos estados fisiológicos mais importantes. Ao estudarem a variação dos teores de nutrientes no cafeeiro durante um período de 12 meses, Carvajal et al. (1969) verificaram que a absorção do NO_3^- ocorreu em maior quantidade antes da floração, crescimento e início da maturação dos frutos. Durante a floração e após a colheita a absorção do NO_3^- diminuiu. Para o K, a maior taxa de absorção ocorreu imediatamente após a colheita e diminuiu durante a floração, aumentando a seguir. Por outro lado, a taxa de absorção de Ca foi maior depois da primeira floração, mostrando valores mais ou menos uniformes durante os quatro meses seguintes. A taxa de absorção de Mg exibiu um máximo no início do período de crescimento, variando durante os outros estádios fisiológicos estudados.

Estudando os teores de macronutrientes nas folhas e frutos do cafeeiro *C. arabica* cv 'Catuaí Amarelo' IAC 39, Chaves e Sarruge (1984) observaram um padrão distinto para cada elemento analisado. Os teores de N, Ca, e Mg, durante o período de amostragem, foram mais elevados nas folhas do que nos frutos. O K e P apresentaram teores mais elevados nos frutos e o S apresentou teores semelhantes tanto nas folhas quanto nos frutos. Com relação à época de amostragem observaram que os teores de N, P, K Ca e Mg nos frutos foram mais elevados nos estádios iniciais de crescimento, exceção para o enxofre. Nas folhas, os teores de Ca e Mg aumentaram, principalmente, durante a fase mais ativa de crescimento dos frutos, enquanto os teores de N, P e K reduziram-se, atingindo valores abaixo daqueles considerados adequados. Em relação aos micronutrientes, Catani et al. (1967) avaliaram os teores de Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo, Cl no tronco, nos ramos, nas folhas e nos frutos da variedade Mundo Novo (*C. arabica*) e observaram variação pronunciada em função do órgão da planta considerado. Assim, as folhas do cafeeiro constituem a parte mais rica em micronutrientes e o tronco a mais pobre. O cloro é o que ocorre em maior teor seguido do Fe, Mn, B, Cu, Zn e Mo.

Embora seu cultivo seja expressivo, em particular no Estado do Espírito Santo, informações sobre as concentrações e a partição de nutrientes em *Coffea canephora* cv. Conilon inexistem na literatura, de modo que o objetivo deste trabalho foi determinar a flutuação estacional dos teores de nutrientes e sua partição nos diferentes órgãos desta espécie.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), no município de Marilândia-ES, situado a altitude de 150 m, latitude de 19º 24' 31" sul e longitude de 40º 31' 24" oeste, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo. O transplantio foi realizado em outubro de 1995, sendo que o experimento foi conduzido durante 72 meses. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com 4 tratamentos e 18 repetições. Cada tratamento correspondeu à amostragem em uma estação do ano, de modo que as amostragens foram realizadas em intervalos de três meses, nas diferentes fases fenológicas da cultura (granação, colheita, floração e crescimento dos frutos). As avaliações foram repetidas no tempo (6 anos) e no espaço (3 blocos). Os blocos foram dispostos no sentido perpendicular à declividade do terreno. Cada bloco foi constituído de 10 linhas, cada uma delas com 10 plantas estabelecidas no espaçamento 3,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas. Cada bloco continha 24 parcelas experimentais, constituídas cada uma de uma planta. As 76 plantas restantes, 36 referentes ao perímetro externo do bloco, foram consideradas bordaduras. Em cada época de amostragem (estação do ano) ao longo de 6 anos foram coletadas aleatoriamente uma planta competitiva (parcela experimental), ou seja, uma planta cujas vizinhas não houvessem sido removidas em amostragens anteriores, de cada bloco. As plantas foram conduzidas sem poda, e coletadas inteiras, incluindo-se as raízes. Nas avaliações utilizaram-se mudas clonais do clone 02, pertencente à variedade clonal EMCAPA 8111, formada por dez clones de ciclo precoce de maturação dos frutos. As plantas úteis do clone 02 foram circundadas por mudas clonais propagadas a partir dos outros clones da mesma variedade, que constituíram a bordadura. Foram utilizadas, no plantio, mudas clonais de cinco meses de idade. As adubações foram feitas de acordo com Bragança et al. (2001).

Para a retirada das raízes foi aberta trincheira ao redor das plantas, com enxadão, tomando-se o cuidado para não danificar as raízes. Em seguida, as mesmas foram separadas do solo somente por meio de jatos d'água. Os órgãos da planta foram separados em raiz, tronco + ramos ortotrópicos, ramos plagiotrópicos, folhas, e frutos. Os frutos foram avaliados com a casca; flores e botões florais não foram considerados. A quantificação dos nutrientes foi feita de acordo com Malavolta et al. (1997). O estudo da partição dos nutrientes nos órgãos da planta foi feito com base nos conteúdos (g ou mg) de nutrientes alocados nos diferentes órgãos, os quais foram obtidos multiplicando-se os teores pelos respectivos valores do peso da matéria seca, obtidos em cada amostragem. Os dados foram submetidos à estatística descritiva, calculando-se as médias e desvios padrão das variáveis em cada época de amostragem.

Resultados e Discussão

O N e o K nas folhas apresentaram comportamento sazonal semelhante, cujos teores médios variaram de 2,73 dag kg^{-1} N, em julho, a 3,04 dag kg^{-1} N, em outubro e, 1,57 dag kg^{-1} K, em julho a 1,90 dag kg^{-1} K, em outubro (Figura 1). Os teores de N e K observados em outubro estão próximos daqueles considerados adequados para o cafeeiro Conilon (Bragança et al., 2001), com exceção do mês de julho, após a colheita, quando os teores foram menores, provavelmente devido à mobilização deste nutriente para os frutos. Embora os teores foliares de K tenham sido menores em julho, comportamento semelhante também foi observado no mês de janeiro, época em que os frutos estão na fase de granação. Durante a fase reprodutiva, os frutos são considerados drenos principais, ou seja, importadores de assimilados. Nesta fase fenológica, as taxas de crescimento potenciais dos frutos variam, ocorrendo fases caracterizadas por um número

estacionário de células (fase *lag*) e outras onde ocorre máxima divisão celular (fase *exponencial*). Nas fases, onde ocorre aumento nas taxas de crescimento, há alteração na relação entre as fontes produtoras de carboidratos e os drenos importadores, fazendo com que os nutrientes sejam mobilizados com maior intensidade para os frutos. Ao final do período de frutificação, após a colheita, é comum observar nas lavouras de cafeeiro uma depleção nos teores foliares de N e K, principalmente em anos de alta produção. A redução da taxa de crescimento associada à mobilização de nutrientes para a formação dos frutos faz com que haja diminuição dos teores foliares de nutrientes considerados móveis no floema, como o N e o K. Além dos aspectos relacionados à relação fonte/dreno, o comportamento sazonal observado para o N e o K, nas folhas, provavelmente, esteja associado à periodicidade de crescimento que o cafeeiro apresenta. De acordo com Barros e Maestri (1972) os fatores determinantes deste ritmo biológico parecem estar mais diretamente associados às condições climáticas que às condições intrínsecas à própria planta.

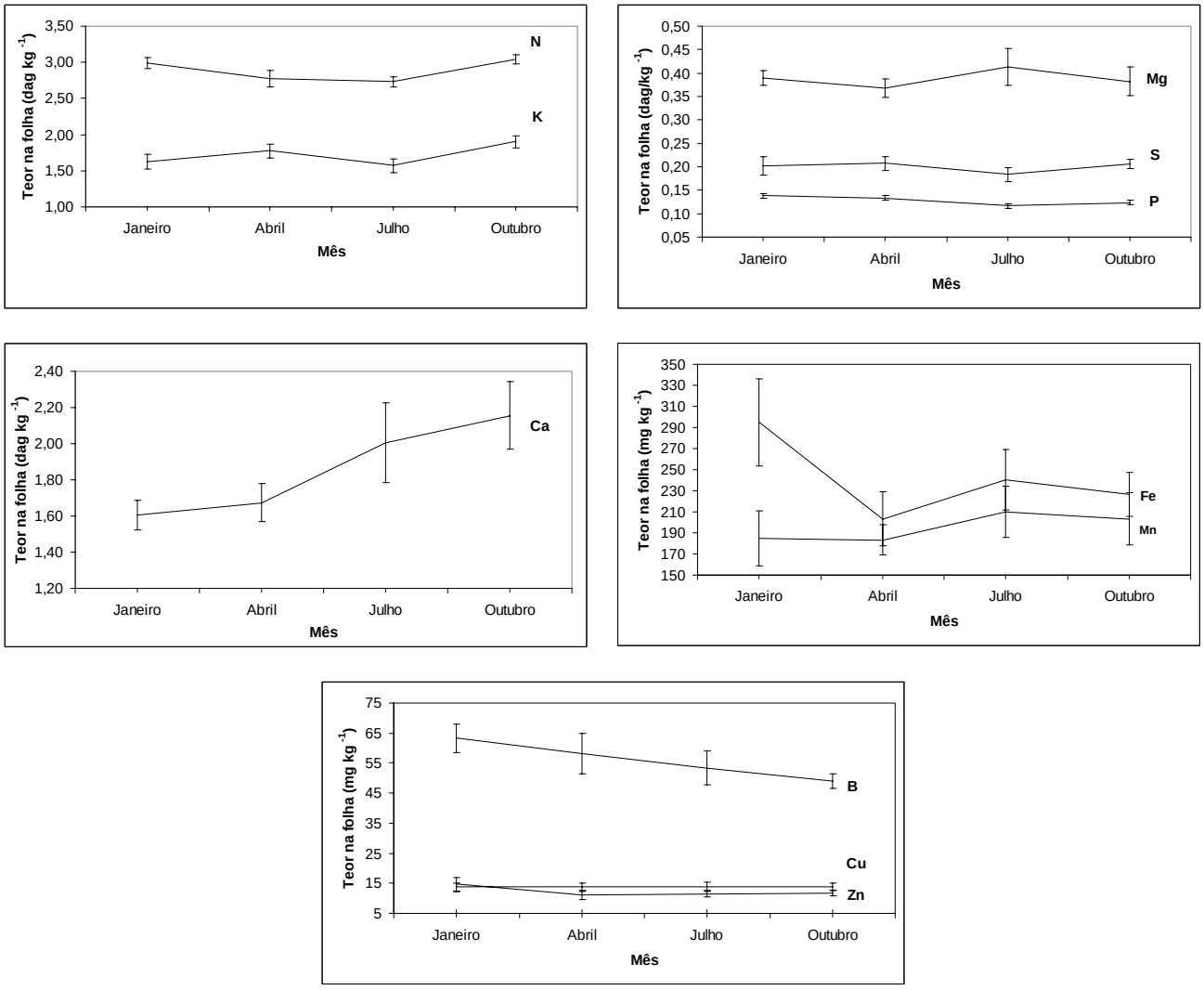

Figura 1 – Variação estacional de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Cu e Zn nas folhas do cafeeiro Conilon. Média de seis anos.

Uma redução no fotoperíodo, provavelmente, leve a planta ao estado de reduzida atividade vegetativa, sendo que outros fatores climáticos, como regimes de chuvas, podem estar envolvidos sob certas circunstâncias.

Com relação ao P e Mg nas folhas, houve tendência do maior teor ocorrer em janeiro e julho, respectivamente. Para o enxofre não se observou variação periódica nítida nos seus teores, em função das épocas avaliadas. Os teores de P, Mg e S nas folhas variaram de 0,14 dag kg $^{-1}$ de P, em janeiro, a 0,12 dag kg $^{-1}$ de P, em julho/outubro; 0,37 dag kg $^{-1}$ de Mg, em abril, a 0,41 dag kg $^{-1}$ de Mg em julho; 0,18 dag kg $^{-1}$ de S, em julho, a 0,21 dag kg $^{-1}$ de S, em abril/outubro. Com exceção do S, os teores observados de P e Mg estão próximos daqueles considerados adequados para o cafeeiro Conilon (Bragança et al., 2001) (Figura 1).

Em relação ao teor de Ca, nas folhas, verificou-se aumento progressivo em função das épocas avaliadas, cujos teores variaram de 1,61 dag kg $^{-1}$, em janeiro, a 2,16 dag kg $^{-1}$, em outubro (Figura 1). Sendo um elemento de baixa mobilidade nas plantas, o Ca é encontrado em maior teor nas folhas maduras e senescentes. Após a absorção, a maior parte do Ca é transportada no xilema, via corrente transpiratória. Em função desta baixa mobilidade no floema, os frutos, tipicamente, contêm muito pouco Ca (Marschner, 1995). Trabalhando com a variedade Mundo Novo (*C. arabica*), Catani

et al. (1965) constataram que o teor de Ca foi elevado nas folhas, caindo sensivelmente nos frutos. Além da sua baixa mobilidade na planta, os maiores teores de Ca observados nas folhas do Conilon, também, podem estar relacionados a maior área foliar e taxa transpiratória, com o aumento da idade do cafeeiro.

A partição de N foi maior para as folhas (29 %) seguidas do tronco + ramos ortotrópicos (24 %), das raízes (20 %), dos frutos (17 %) e dos ramos plagiotrópicos (10 %). Em relação ao P, verificou-se que 33 % deste nutriente foi alocado para o tronco + ramos ortotrópicos, 24 % para as folhas, 16 % para os frutos, 15 % para os ramos plagiotrópicos e 12% para as raízes. Para o potássio, essa fração foi de 30 % para as folhas, 25 % para o tronco + ramos ortotrópicos, 19 % para os frutos, 14 % para as raízes e 12 % para os ramos plagiotrópicos. A maior partição de Ca foi observada nas folhas (33 %) seguidas do tronco + ramos ortotrópicos (28 %), dos ramos plagiotrópicos (21 %), das raízes (9 %) e dos frutos (9 %). Em relação ao Mg, verifica-se que 30 % foi alocado para as folhas, 25 % para as raízes, 23 % para o tronco + ramos ortotrópicos, 15 % para os ramos plagiotrópicos e 7 % para os frutos. De forma semelhante, a maior parte do S (31 %) foi alocada em folhas, seguidas das raízes (24 %), do tronco + ramos ortotrópicos (21 %), dos frutos (16 %) e ramos plagiotrópicos (8 %).

Nas folhas encontra-se a maioria das células vivas de uma árvore, que tendem a apresentar os maiores teores de nutrientes, em função da atividade metabólica, dos processos de transpiração e fotossíntese (Kozlowski e Pallardy, 1996). Por outro lado, os ramos e, principalmente, o tronco, apresentam grande quantidade de células que já perderam o seu protoplasto. Este fato, aliado a maior quantidade de matéria seca das partes do cafeeiro que já apresentam crescimento secundário, faz com que os teores de nutrientes sejam menores. Ao contrário do Ca, o N, P, K, Mg e o S apresentam elevada mobilidade no floema (Marschner, 1995) e são amplamente redistribuídos dentro da planta. Portanto, em condições de deficiência, os sintomas apresentam-se primeiramente nas folhas mais velhas, exceção feita para o S que se manifesta, inicialmente, nas folhas mais novas.

O valor médio da relação Ca/Mg foi de, aproximadamente, 4,77 nas folhas e 3,77 nos frutos. Quanto às relações K/Ca e K/Mg, houve aumento sensível do seu valor nos frutos (2,36 e 8,88) em relação às folhas (0,92 e 4,41), o que esteve relacionado à menor concentração de Ca e de Mg nos frutos, em relação ao K. Resultados semelhantes foram observados por Catani et al. (1965) para *C. arabica*.

De modo geral, as folhas e os frutos mostraram variação pronunciada nos teores, para todos os macronutrientes, enquanto nos ramos, tronco e raízes este comportamento foi menos pronunciado. Resultados semelhantes foram observados por Catani et al. (1965), trabalhando com a espécie *C. arabica* variedade Bourbon Vermelho e Mundo Novo, respectivamente.

Os maiores teores foliares de Fe, Zn e B foram observados em janeiro e os de manganês, em julho. Em relação ao Cu não se observou variação nos teores em relação às épocas amostradas. Os teores de Fe, Zn, Mn, B e Cu nas folhas variaram de 203,41 mg kg $^{-1}$ de Fe em abril a 294,85 mg kg $^{-1}$ de Fe, em janeiro; 11,02 mg kg $^{-1}$ de Zn em abril a 14,67 mg kg $^{-1}$ de Zn em janeiro; 183,23 mg kg $^{-1}$ de Mn em abril a 210,10 mg kg $^{-1}$ de Mn em julho; 48,93 mg kg $^{-1}$ de B em outubro a 63,27 mg kg $^{-1}$ de B em janeiro (Figura 1). Catani et al (1967) trabalhando com a variedade Mundo Novo (*C. arabica*), até os dez anos de idade, encontraram teores de Fe, Zn, Mn, B e Cu, nas folhas, variando de 460 a 550 mg kg $^{-1}$ de Fe, 15 a 21 mg kg $^{-1}$ de Zn, 67 a 97 mg kg $^{-1}$ de Mn, 81 a 82 mg kg $^{-1}$ de B e 20 a 22 mg kg $^{-1}$ de Cu. Com exceção dos teores de Zn, observados nos meses de abril e julho, os teores foliares de todos os micronutrientes estão próximos dos valores considerados adequados por Bragança et al. (2001). Estes resultados, provavelmente, estão relacionados ao manejo de adubação a que as plantas foram submetidas durante a condução do experimento, haja vista que as doses destes micronutrientes foram fornecidas com o objetivo de proporcionar crescimento e desenvolvimento adequados às plantas. Além disto, o município de Marilândia, onde foi conduzido o experimento, apresenta os meses de novembro, dezembro e janeiro chuvosos, o que favorece o crescimento do cafeeiro. Neste período, os teores foliares são mais altos devido a maior atividade fisiológica da planta caracterizada pela maior absorção de nutrientes minerais.

A alocação de Fe foi maior em raízes (72 %) seguidas do tronco + ramos ortotrópicos (9 %), das folhas (8 %) e frutos (8 %) e dos ramos plagiotrópicos (3 %). De forma semelhante, a maior partição de Zn foi em raízes (61 %) seguidas dos ramos plagiotrópicos (15 %), folhas (9 %) e frutos (9 %) e do tronco + ramos ortotrópicos (6 %). Entretanto, deve-se considerar que a elevada proporção de Fe e Zn observadas nas raízes não reflete, provavelmente, necessidade fisiológica do cafeeiro Conilon, mas, sim, à deposição destes elementos no apoplasto das células radiculares. Para o Mn, esta distribuição foi de 38 % para folhas, 26 % para ramos plagiotrópicos, 22 % para o tronco + ramos ortotrópicos, 9% para as raízes e 5 % para os frutos. A maior partição de B foi observada nas folhas (33 %), seguidas tronco + ramos ortotrópicos (31 %), das raízes (14 %), dos frutos (11 %), e dos ramos plagiotrópicos (11%). Em relação ao Cu verificou-se que 37 % do total acumulado foi alocado em tronco + ramos ortotrópicos, 25% em folhas, 18% em ramos plagiotrópicos, 18 % em raízes e 2 % em frutos.

Conclusões

O estudo da flutuação estacional dos nutrientes em café Conilon mostrou haver maior variabilidade para os micronutrientes que para os macronutrientes. Para os macronutrientes os teores foliares variaram pouco nas diferentes estações, sendo observadas concentrações mais baixas no período frio e seco do ano, abril para o Mg e julho para N, P, K, S e P. Para o Ca, houve aumento contínuo dos teores foliares ao longo do tempo. De modo geral, os menores teores foliares de micronutrientes foram observados em abril, à exceção do B, cujos teores reduziram-se de janeiro a outubro e do Cu, cujos teores se mantiveram praticamente constantes ao longo do ano. Folhas e frutos alocaram as maiores proporções de nutrientes.

Referências Bibliográficas

Barros, R.S. ; Maestri, M. (1972). Periodicidade de crescimento em café. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 19, n. 106, p. 424-448.

Bragança, S.M., Lani, J.A. e DeMuner, L.H. (2001). Café Conilon: Adubação e calagem. Vitória, ES: INCAPER, 31 p. (**Circular Técnica** n. 1).

Carvajal, J. F. et al. (1969). Nutrient uptake by the coffee tree during a yearly cycle. **Turrialba**, v.19, n.1, p. 13 -20.

Catani, R. A. et al. (1965). A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro (*Coffea arabica*) variedade Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 22, p. 81-93.

Catani, R. A. et al. (1967). Concentração e quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro (*Coffea arabica*) variedade Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 24, p. 97-106.

Chaves, J. C. D. ; Sarruge, J. R. (1984). Alterações nas concentrações de macronutrientes nos frutos e folhas do cafeeiro durante um ciclo produtivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 4, p. 427-32.

Fontes, P. C. R. (2001). **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. 1 ed. Viçosa/MG. UFV, 122p.

Kozlowski, T. T. ; Pallardy, S. G. (1996). **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: Academic,. 411p.

Malavolta, E. et. al. (1997). **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed., Piracicaba: POTAFOS, 319 p.

Marschner, H. (1995). **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic, 889 p.

Martinez, H. E. P.; Menezes, J. F. S.; Souza, R. B. de; Álvarez V., V. H. ; Guimarães, P. T. G. (2003). Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 703-713.