

ACUMULAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO CAFEIEIRO CONILON¹

Scheilla M. BRAGANÇA², E-mail: bragancasm@incaper.es.gov.br; Hermínia E. P. MARTINEZ³; Hélio Garcia LEITE³; Lucio P. SANTOS⁴; José A. LANI²; Carlos S. SEDIYAMA³; Víctor Hugo ALVAREZ V.³; Paulo Roberto MOSQUIM³.

¹ Parte da tese de doutorado apresentada pela primeira autora à Universidade Federal de Viçosa; ²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Linhares, ES, ³Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, ⁴Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Resumo:

Apesar de sua importância no Brasil, existem poucas informações sobre a nutrição mineral do cafeeiro conilon em relação ao arábica. Com o objetivo de caracterizar sua acumulação de macronutrientes, foi instalado um experimento usando o clone 02 da variedade clonal EMCAPA 8111. Foi utilizado o delineamento blocos casualizados, com 24 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos corresponderam às épocas de amostragens. As amostragens começaram 3 meses após o transplante e estenderam-se até 72 meses de cultivo. Em cada época de amostragem, uma planta por bloco foi colhida e dividida em raiz, tronco + ramos ortotrópicos, ramos plagiotrópicos, folhas e frutos. Cada parte foi lavada, seca, pesada e submetida à análise química. Foram calculadas a acumulação de macronutrientes e suas taxas de acumulação. A acumulação total de N, P, K, Ca, Mg e S aumentou até o 72^o mês, alcançando 249,4; 14,2; 137,2; 214,1; 42,4 e 23,6 g/planta. Com exceção do Ca e Mg, as taxas de acumulação dos nutrientes foram máximas entre o 36^o e 48^o mês.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, conilon, conteúdo, modelo logístico, nutrição mineral, partição de nutrientes, plantas lenhosas.

ACCUMULATION OF MACRONUTRIENTS FOR THE CONILON COFFEE TREE

Abstract:

Besides its importance in Brazil, little information exists about the mineral nutrition of the Conilon coffee-tree in comparison to arábica. As a mean of characterizing its macronutrients accumulation an experiment was performed using the clone n^o 2 of the clonal composite EMCAPA 8111. It was established in randomized blocks, with 24 treatments and 3 replications. The treatments corresponded to sampling dates. The samplings began three months after the transplanting and extended until 72 months of cultivation. At each sampling date, a plant per block was picked-out and divided into roots, trunk + orthotropic branches, plagiotropic branches, leaves and fruits. Each part was washed, dried, weighed and submitted to chemical analysis. There were calculated the macronutrients accumulation and their accumulation rates. N, P, K, Ca, Mg and S total accumulation increased until the 72nd month, reaching 249.4; 14.2; 137.2; 214.1; 42.4 and 23.6 g/plant. With exceptions for Ca and Mg the nutrient accumulation rates were maximum between the 36nd and the 48nd month.

Key words: *Coffea canephora*, Conilon, content, logistic model, mineral nutrition, nutrient partition, woody plants.

Introdução

Além da espécie e do genótipo, as quantidades de nutrientes acumulados variam com o local e época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta. De acordo com Kozłowski e Pallardy (1996), a partição destes nutrientes dentro de uma árvore, depende da distribuição de matéria seca e dos teores de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos. Quando ocorre um aumento em tamanho, a proporção de matéria seca de folhas diminui enquanto a proporção de caule e casca aumenta. Conseqüentemente, o conteúdo de minerais nestas partes também aumenta. A maioria das informações sobre acumulação de nutrientes refere-se à espécie *Coffea arábica*, sendo o primeiro publicado por Dafert, em 1893, que estudou a distribuição percentual de K, Ca, Mg e P em diversos órgãos de cafeeiros, com 1, 2, 3, 4, 6, 10 e 40 anos de idade. Outras pesquisas foram divulgadas, posteriormente, mostrando que as quantidades acumuladas de nutrientes pelo cafeeiro aumentam com a idade sendo pequena no início do desenvolvimento da planta e crescendo significativamente na primeira colheita Catani e Moraes (1958), Catani et al., (1965), Correa et al. (1985) e Cietto et al. (1991a, 1991b).

Verifica-se, portanto, que a partição de nutrientes no cafeeiro, varia em função de vários fatores, destacando-se a espécie e a variedade estudada. Levando-se em consideração estes aspectos, objetivou-se caracterizar neste trabalho a acumulação de macronutrientes pelo cafeeiro Conilon (*C. canephora* Pierre).

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 19° 24' 31" sul e longitude de 40° 31' 24" oeste, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 24 tratamentos e 3 repetições. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizada em intervalos de três meses. Os blocos foram dispostos no sentido perpendicular à declividade do terreno, sendo cada parcela constituída por única planta. Cada bloco (500 plantas) constou de 100 plantas úteis, conduzidas no espaçamento de 3,0 m entre linha e 1,5

m entre plantas. As plantas foram conduzidas sem poda. As amostragens foram feitas mediante sorteio e por bloco, em cada época. 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 e os tratos culturais foram realizados 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. A planta foi separada em raiz, tronco + ramos ortotrópicos, ramos plagiotrópicos, folhas, e frutos. Os frutos foram avaliados com a casca; flores e botões florais não foram considerados. As plantas foram lavadas com água destilada e levadas à estufa com circulação de ar, a 70 °C, até peso constante. Após preparo das amostras, procedeu-se a determinação de N, P, K, Ca, Mg e S de acordo com Malavolta et al., (1997). Com os dados obtidos foi estimada a acumulação dos macronutrientes nos órgãos (ANO) e a acumulação dos macronutrientes na planta (ANP) de acordo com as expressões (1) e (2), respectivamente:

(1) $ANO = PMS \times C / 1000$, onde: ANO = acumulação do macronutrientes no órgão (g); PMS = peso da matéria seca do órgão (g); C = conteúdo do macronutriente considerado (g/kg).

(2) $ANP = \sum_{(1,n)} ANO$, onde: n = 1-5; 1 = raízes; 2 = tronco + ramos ortotrópicos; 3 = ramos plagiotrópicos; 4 = folhas; 5 = frutos. Com os valores de ANP foi estimada a equação de regressão sigmoideal em função da idade da planta (t). A taxa de acumulação dos macronutrientes (RAN) foi estimada considerando $RAN f(t) = \delta PNA / \delta t$. Após o 2º ano, os frutos foram colhidos, secados (11% umidade) e beneficiados. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (Euclides, 2006).

Resultados e Discussão

Com relação ao N e K, a acumulação e a taxa de acumulação na planta apresentaram tendência semelhante, sendo o N o primeiro e o K o terceiro macronutriente mais acumulado. O conteúdo total de N e K aumentou até alcançar 249,4 e 137,2 g/planta, respectivamente, 72º meses após o estabelecimento da lavoura. Estes valores corresponderam a uma imobilização de 554,1 e 304,8 kg/ha de N e K. As taxas de acumulação de N e K do Conilon aumentaram, respectivamente, até alcançar 17,5 e 10,3 g mês⁻¹, no 42º e 36º meses, com posterior decréscimo (Figura 1). As quantidades de N e K acumuladas pelo Conilon são superiores àquelas encontradas para as variedades Bourbon Vermelho e Mundo Novo (*C. arabica*), utilizadas por Catani e Moraes (1958), Catani et al. (1965) e Cannel e Kimeu (1971), e menores do que aquelas encontradas por Correa et al. (1985), trabalhando com as variedades Mundo Novo (IAC 379-19) e Catuaí Vermelho (IAC 81). Entretanto, deve-se ressaltar que, excetuando-se o trabalho de CIETTO et al. (1991a), todos estes autores fizeram os seus estudos sobre acumulação de nutrientes utilizando análise descritiva dos dados e não análise de regressão. Mesmo assim, destaca-se a grande quantidade imobilizada de N e K por hectare. Até os 72 meses após plantio, as acumulações de N e o K corresponderam à 38 % e 20 % da quantidade total de macronutrientes acumulados pela planta. Estes resultados mostram a alta exigência desta variedade, fato que foi demonstrado em ensaio de campo realizado por Bragança et al. (1995), onde se observaram aumento de 410% na produtividade do Conilon com o suprimento de N. As funções do N na síntese de aminoácidos e outros compostos, como purinas e alcalóides, enzimas, vitaminas, hormônios, ácidos nucléicos e nucleotídeos são bem conhecidas. O desenvolvimento da área foliar e a fotossíntese dependem do seu suprimento. Sua carência conduz à uma deficiência na síntese de clorofila, resultando em clorose das folhas mais velhas (Kozłowski e Pallardy, 1996), com decréscimo na produtividade. A demanda de K também é alta, particularmente na fase reprodutiva do Conilon. Além do seu importante papel na síntese de proteína e regulação do potencial osmótico das células, o K é também ativador de várias enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2002). O seu papel na formação de amido, através da ativação da sintase do amido, é fundamental para a produção.

As folhas acumularam a maior quantidade de N (70,7 g/planta, 29 %), seguidas pelo tronco + ramos ortotrópicos (60,5 g/planta, 24 %), raízes (49,6 g/planta, 20%), frutos (43,2 g/planta, 17%) e ramos plagiotrópicos (25,5 g/planta, 10%). De acordo com Kozłowski e Pallardy (1996), nas folhas encontram-se a maioria das células vivas de uma árvore, que tendem a acumular maiores quantidades de nutrientes, em função do processo de fotossíntese. Em relação K, 30% (40,53 g/planta) foram alocados para as folhas, 25% (34,72 g/planta) para o tronco + ramos ortotrópicos, 19% (26,62 g/planta) para os frutos, 14% (18,91 g/planta) para as raízes e 12% (16,38 g/planta) para os ramos plagiotrópicos. Para *C. arabica*, Cannel e Kimeu (1971), no Kenya, constataram uma alocação de 55 % de N-orgânico para as folhas. O mesmo foi verificado no Brasil por CORREA et al. (1985), trabalhando com as variedades Mundo Novo (IAC-379/19) e Catuaí Vermelho (IAC81). Por outro lado, Catani e Moraes (1958) e Catani et al. (1965), trabalhando com as variedades Bourbon Vermelho e Mundo Novo (*C. arabica*), reportaram que o tronco e os ramos mostraram os maiores conteúdos de N. Como o conteúdo de nutrientes em uma planta lenhosa depende da alocação de matéria seca e do teor de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos (Kozłowski e Pallardy, 1996), quando ocorre aumento em tamanho, a proporção de matéria seca de folhas diminui enquanto a de caule e casca aumenta. Entretanto, mesmo apresentando 17 % da matéria seca total, as folhas do conilon apresentaram o maior conteúdo de N. Resultados semelhantes foram encontrados por Cannel e Kimeu (1971), no Kenya. Estes autores verificaram que folhas de *C. arabica* acumularam 55% do N e 31 % da matéria seca total da planta. As diferenças encontradas entre os trabalhos mencionados e os resultados obtidos para o Conilon, provavelmente, estão relacionadas às diferentes relações caule/folha/raiz das espécies. O Conilon, por ser planta multicaule, apresenta alta razão caule/folha na maturidade, o que faz da poda uma prática de manejo indispensável para a renovação de ramos e, conseqüentemente, folhas.

Ca e Mg apresentaram padrão similar de acumulação e variação na taxa de acumulação durante o período do experimento. O Ca foi o segundo nutriente mais acumulado pelo Conilon, com 31% do total de macronutrientes, e o Mg foi o quarto, com 6% do total de macronutrientes. Os conteúdos totais aumentaram continuamente até 214,1 g/planta de Ca e 42,4 g/planta de Mg, durante os 72 meses do experimento. Estes valores corresponderam a uma imobilização de 475,7 kg ha⁻¹ de Ca e 94,1 Kg ha⁻¹ de Mg. No cafeeiro conilon, as taxas de acumulação de Ca e Mg aumentaram progressivamente até o 72º mês de cultivo, alcançando valores máximos de 22,7 e 3,2 g mês⁻¹ (Figura 1). As quantidades acumuladas de Ca e Mg pelo Conilon são maiores que aquelas encontradas nas variedades Bourbon Vermelho e Mundo Novo (*C. arabica*), por Catani e Moraes (1958), Catani et al. (1965) e Cannel e Kimeu (1971). Quando comparadas com os resultados de Corrêa et al. (1985), que trabalharam com as variedades Mundo Novo (IAC-379/19) e Catuaí Vermelho (IAC 81), a quantidade de Ca acumulada no Conilon foi maior, e a quantidade de Mg acumulada foi menor. Salienta-se que em todos estes trabalhos, o Ca foi sempre o terceiro macronutriente mais acumulado. Este fato indica que, diferentemente da espécie *C. arabica*, o Conilon, provavelmente, possui maior demanda de Ca do que K, ou ainda este fato pode estar relacionado ao estágio de desenvolvimento dos frutos.

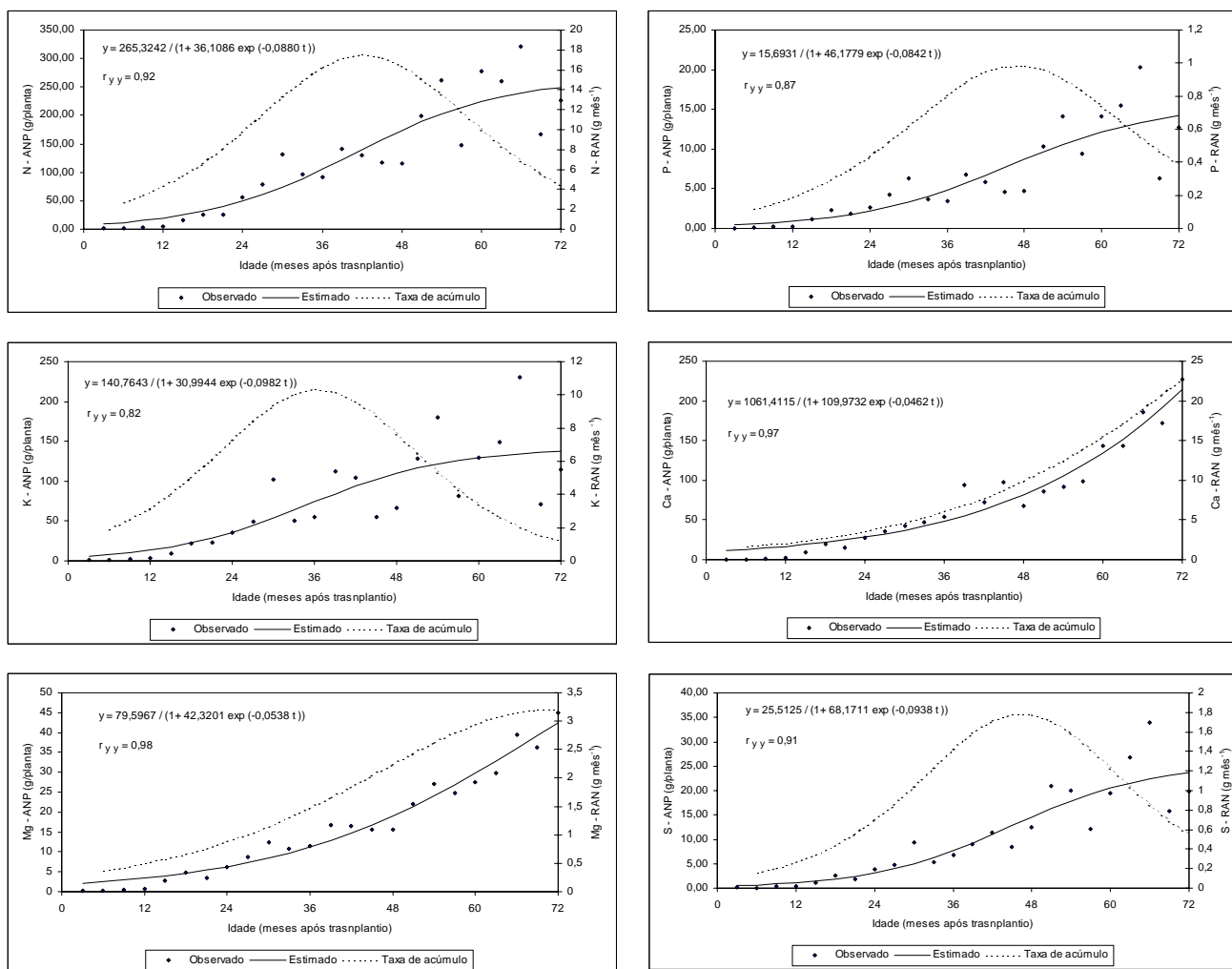


Figura 1 – Acumulação (ANP) e taxa de acumulação (RAN) de nutrientes em plantas de Conilon.

Uma das principais funções do Ca está relacionada a sua ação como mensageiro secundário nas respostas das plantas à vários tipos de sinais externos como luz, temperatura, hormônios, sais minerais e estímulos mecânicos. É essencial para a estabilidade da parede celular e para o controle da permeabilidade da membrana plasmática, sendo um importante fator no retardamento da senescência. Na deficiência ou impossibilidade de re-translocação para certos órgãos da planta, as membranas celulares perdem sua estabilidade, as células perdem sua compartimentalização e tornam-se senescentes. Ca está também envolvido na divisão celular, modulação de certas enzimas e no sistema de osmorregulação da célula, por meio do balanço de ânions orgânicos e inorgânicos no vacúolo. Sintomas de deficiência de Ca incluem clorose e necrose das folhas mais novas e diminuição do crescimento radicular. Na ausência de Ca a extensão das raízes é paralisada dentro de poucas horas (Taiz e Zeiger, 2002). Por sua vez, o Mg ocupa o centro do núcleo tetrapirrólico da molécula de clorofila, tendo papel fundamental na fotossíntese e produção de fotoassimilados. Sob deficiência de Mg, a biossíntese de clorofila é inibida e as folhas ficam cloróticas. Mg é importante na rota fotossintética sendo um modulador da enzima RuBP carboxilase, que catalisa a reação de fixação de C e estabelecimento do balanço dos prótons nos tilacóides. Mg é

também importante como ativador metálico de várias enzimas na síntese de proteínas e na estabilização estrutural de membranas e de ácidos nucleicos (Taiz e Zeiger, 2002). Sendo um elemento móvel no floema, a redistribuição de Mg entre os diversos órgãos da planta é alta. Neste caso, as folhas mais velhas, consideradas como fonte de fotoassimilados, são as primeiras a apresentar sintomas visuais de deficiência.

Folhas acumularam 33 % do Ca presente no conilon (70,4 g); 28 % no tronco + ramos ortotrópicos (61,6 g); 21 % nos ramos plagiotrópicos (44,0 g); 9 % nas raízes (19,7 g) e 9 % nos frutos (19,0 g). À semelhança do que foi observado no Conilon, Catani e Moraes (1958), Correa et al. (1985) e Cietto et al. (1991b), constataram que o Ca é acumulado em maior proporção nas folhas do cafeeiro e em menor quantidade nos frutos, devido à baixa mobilidade deste nutriente. De acordo com (Epstein, 1975), devido a esta baixa mobilidade no floema, os frutos contêm muito pouco Ca. Adquirido inicialmente pelas raízes, a maior parte do Ca é transportada no xilema, embora pequena parte possa fazê-lo pelo floema. Depois de alocado nas folhas, o Ca torna-se imóvel e somente pode ser redistribuído em condições especiais. De acordo com Malavolta (1986), as quantidades de Ca e K são semelhantes nas raízes, caules e ramos do cafeeiro. Entretanto, nas folhas, é aproximadamente, a metade, enquanto nos frutos é aproximadamente $\frac{1}{4}$.

A partição de Mg entre os vários órgãos do Conilon revelou que as folhas foram os principais órgãos acumuladores com 12,6 g/planta (30 % do total acumulado). O segundo, em ordem decrescente, foram as raízes, com 10,7 g/planta (25 %), seguidas pelo tronco + ramos ortotrópicos com 9,6 g/planta (23 %); ramos plagiotrópicos com 6,4 g/planta (15 %) e frutos com 3,0 g/planta (7%). Resultados semelhantes foram encontrados por CATANI e MORAES (1958), Catani et al. (1965) e Correa et al. (1985). Por outro lado, Cietto et al. (1991b), constataram maior quantidade de Mg nas folhas, na fase de maturação (Junho) e, no período de repouso (Julho), os ramos é que apresentaram maior quantidade de Mg.

Enxofre (S) e fósforo (P) foram os macronutrientes menos acumulados no Conilon, embora seu padrão de acumulação tenha sido similar àqueles verificado para o N e K. Em ordem decrescente de acumulação, o S foi o quinto e o P o sexto. O conteúdo de S representa 3 % enquanto o P representou 2 % da acumulação de macronutrientes na matéria seca do Conilon. Seus conteúdos aumentaram até alcançar 23,6 e 14,2 g/planta, respectivamente, aos 72 meses de cultivo. Estes valores corresponderam a uma imobilização de 52,5 kg ha⁻¹ de S e 31,5 kg P ha⁻¹. As taxas de acúmulo de S e P pelo Conilon, considerando-se toda a planta, aumentaram até alcançar 1,78 g mês⁻¹ e 0,99 g mês⁻¹, no 48º mês, diminuindo a seguir (**Figura 1**). Catani et al. (1965) e Corrêa et al. (1985) encontraram quantidades de 23,60 e 22,95 g/planta de S, respectivamente, em *Coffea arabica*. Contudo, Cietto et al. (1991b) observaram que esta acumulação variou entre 9,8 g/planta, na fase de maturação (Junho) e 16,9 g/planta na fase de repouso (Julho). Uma das principais funções do S nas plantas é ser constituinte dos aminoácidos cisteína e metionina, os quais são essenciais para a biossíntese de proteínas e para a atividade de certas enzimas. É constituinte da ferredoxina, sulfolipídios e esfingolipídios, moléculas envolvidas em processos de transferência de elétrons, manutenção e estrutura das membranas celulares, Taiz e Zeiger (2002).

A acumulação de P pelo Conilon foi maior do que aquela encontrada por Catani e Moraes (1958), Cannel e Kimeu (1971) e Cietto et al. (1991a) e, menor do que aquelas apresentadas por Catani et al. (1965) e Correa et al. (1985), para a espécie *C. arabica*. Embora sua demanda seja menor, o P é fundamental como componente de moléculas essenciais, como os ácidos nucleicos, fosfolipídeos, coenzimas e outros compostos fosforilados. Desempenha importante papel nos processos de transferência de energia nas células, sendo constituinte molecular da adenosina trifosfato (ATP), além de ativar ou inibir várias reações bioquímicas, Taiz e Zeiger (2002). Sob deficiência de P, o crescimento, o desenvolvimento e a produção do cafeeiro são reduzidos. De fato, este aspecto foi constatado em condições de campo por Bragança et al. (1995a), em que o fornecimento deste nutriente, no plantio, e na fase de formação do cafeeiro Conilon, proporcionou acréscimo de 376% na produtividade em relação ao tratamento sem P.

Do total de S acumulado no Conilon, 7,2 g (31 %) foi alocado nas folhas, 5,8 g (24 %) nas raízes, 5,0 g (21 %) no tronco + ramos ortotrópicos, 3,8 g (16 %) nos frutos e 1,9 g (8 %) nos ramos plagiotrópicos. Na variedade Mundo Novo, após dez anos de cultivo, Catani et al. (1965) observaram a partição de 54,4 % do total de S nas folhas, 22,4 % nos ramos, 17,6 % no tronco e 5,6 % nos frutos. Correa et al. (1985) verificaram na mesma variedade, com 78 meses, que a maior partição de S ocorreu nas folhas (36,2 %), seguidas pelos frutos (23,8 %), ramos (19,8 %), raízes (13,9 %) e caule (6,4 %). Na variedade Catuaí, estes mesmos autores verificaram que a maior quantidade de S ocorreu nas folhas (37,3 %) seguidas pelos frutos (23,6 %), raízes (18,5 %), ramos (15,9 %) e caule (4,7%).

Cietto et al. (1991b), trabalhando com a variedade Catuaí, com cinco anos de cultivo, observaram que na maturação (junho) a maior partição de S ocorreu nos frutos (37,4 %) seguidos pelas folhas (30,9 %), ramos (21,7 %) e caule (10,0 %). Por outro lado, no período de repouso (julho), na ausência de frutos, os ramos apresentaram maior quantidade de S (53,6 %), seguidos pelo caule (27,1 %) e folhas (19,3 %). Na fase de granação (janeiro), os ramos também apresentaram a maior quantidade de S (32,5 %), seguidos pelas folhas (29,2 %) e caule (15,4 %).

Da acumulação total de P (14,2 g/planta), 33 % (4,8 g) foram alocados no tronco + ramos ortotrópicos, 24 % (3,4 g) nas folhas, 16 % (2,2 g) nos frutos, 15 % (2,1 g) nas raízes e 12 % (1,6 g) nos ramos plagiotrópicos. Resultados semelhantes foram encontrados por Menard e Malavolta (1957) usando P radioativo. Estes autores verificaram que o ³²P foi particularmente alto nas raízes secundárias e nas partes velhas do caule. Folhas novas acumularam mais do que as velhas e os vasos e pecíolos se apresentaram mais ricos, em ³²P, que as regiões internervais. Por outro lado, CATANI e MORAES (1958), trabalhando com a variedade Bourbon Vermelho, verificaram maior alocação de P para os frutos (30,7 %); Correa et al. (1985) constataram maior partição de P nas folhas (33,2 %) da variedade Mundo Novo; CANNEL e KIMEU (1971), no Kenya, verificaram que as folhas acumularam 45 % do total do P absorvido e CIETTO et al. (1991a), trabalhando com a cultivar Catuaí, encontraram que a partição de P variou com o órgão amostrado e a fase fenológica.

Conclusões

1. Os conteúdos de N, P, K, Ca, Mg e S no Conilon aumentaram até o 72^o mês, alcançando 249,4 g, 14,2 g, 137,2 g, 214,1 g, 42,4 g e 23,6 g. A ordem de acúmulo foi: N > Ca > K > Mg > S > P.
2. As folhas apresentaram maiores conteúdos de N, K, Ca, Mg, S e o tronco + ramos ortotrópicos o maior conteúdo de P. Os frutos e as raízes apresentaram os menores conteúdos de Ca.
3. De modo geral, as taxas de acúmulo de macronutrientes foram máximas entre o 36^o e 48^o mês, exceção feita para o Ca e Mg que foi crescente até o 72^o mês.

Referências Bibliográficas

- Bragança, S. M.; Carvalho, C. H. S.; Dessaune Filho, N.; Álvarez V., V. H.; Lani, J. A.; Fonseca, A. F. A.; Silveira, J. S. M. (1995). Nutrição e adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em Latossolo Amarelo coeso. I. Nitrogênio-fósforo-potássio. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 21, Caxambú-MG, 1995. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 111-113.
- Bragança, S. M.; Lani, J. A.; DeMuner, L. H. (2001). *Café Conilon: Adubação e calagem*. Vitória, ES: INCAPER. 31p. (**Circular Técnica**, 01).
- Cannell, M. G. R.; Kimeu, B. S. (1971). Uptake and distribution of macronutrient in trees of *Coffea Arabica* L. in Kenya as affected by seasonal climatic differences and the presence of fruits. **Annals of applied Biology**, Cambridge, 68(2), 213-230.
- Catani, R. A.; Pupo de Moraes, F. R. A. (1958). Composição química do cafeeiro. *Revista de Agricultura*, 33(1), 45-52.
- Catani, R. A.; Pelegrino, D.; Bergamim Filho, N.; Da Flória, N. A.; Graner, C. A. F. (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...** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. Piracicaba, 22, 81-93.
- Cietto, S. H.; Haag, P.; Dechen, A. R. (1991a). Acumulação de matéria seca e absorção de N, P e K pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação vegetando em um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado. **Anais...** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 48, 245-68.
- Cietto, S. H.; Haag, P.; Dechen, A. R. (1991b). Absorção de Ca, Mg e S pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação vegetando em um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado. **Anais...** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 48, 223-44.
- Corrêa, J. B.; Garcia, A. W. R.; Costa, P. C. (1985). Extração de nutrientes pelo cafeeiro Mundo Novo e Catuaí. In: Congresso Brasileiro DE Pesquisas Cafeeiras, 12, Caxambú/MG, 1985. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC, 23-26.
- Epstein, E. (1975). **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. 341p.
- Euclides, R. F. (2006). **Sistema para análises estatísticas (SAEG 9.0)**. Funarbe, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG.
- Kozłowski, T. T.; Pallardy, S. G. (1996). **Physiology of woody plants**. 2. ed., San Diego: Academic Press, 411p.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S.A. (1997). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba: Potafós, 319p.
- Malavolta, E. (1986). **Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro** In: Rena, A.B., E. Malavolta, M. Rocha, T. Yamada, T. (Ed.). *Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, SP: Potafós. p. 165-274.
- Menard, L. N.; Malavolta, E. (1957). Absorção e distribuição do fósforo radioativo no cafeeiro (*Coffea arábica* L. var. Caturra, K.M.C.). **Boletim da Superintendência dos serviços do Café**, São Paulo, v.32, n.366, p. 7-14.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2002). **Plant physiology**. 3. ed., Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers, 690p.