

ACÚMULO DE B, CU, FE, MN E ZN PELO CAFEIRO CONILON¹

Scheilla Marina Bragança²
Herminia Emília Prieto Martinez³
Helio Garcia Leite³
Lucio Pereira Santos⁴
Carlos Sigueyuki Sedyama³
Víctor Hugo Alvarez V.³
José Antônio Lani²

RESUMO

Conhecer a demanda de micronutrientes do café conilon ao longo de seu ciclo produtivo é condição para que se obtenham altas produtividades. Assim, com o objetivo de caracterizar o acúmulo de micronutrientes pelo café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), foi conduzido um experimento na Fazenda Experimental do INCAPER, em Marilândia-ES, Brasil. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 24 tratamentos (época de amostragem) e três repetições. Cada parcela foi constituída por uma única planta, no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m. Utilizou-se a variedade clonal EMCAPA 8111. As plantas foram removidas do solo por meio de jatos d'água e divididas em raiz, tronco + ramos ortotrópicos, ramos plagiotrópicos, folhas e frutos. Usando a média da massa de matéria seca e da concentração de micronutrientes, obtidas para cada órgão, foram calculados os respectivos acúmulos e taxas de acúmulo. Os conteúdos de Fe, Mn, B, Zn e Cu na planta aumentaram segundo uma função sigmoideal, alcançando, no 72º mês, 4.716, 1.018, 336, 240 e 88 mg por planta, respectivamente. As folhas apresentaram maiores conteúdos de B e Mn, o tronco + ramos ortotrópicos de Cu e as raízes de Fe e Zn. As taxas de acúmulo dos micronutrientes foram máximas entre o 33º e o 42º mês, exceção para Cu, que ocorreu no 21º mês.

Palavras-chave: *Coffea Canephora*, nutrição mineral, partição, taxa de acúmulo.

ABSTRACT

B, CU, FE, MN AND ZN ACCUMULATION BY CONILON COFFEE PLANT

Information on micronutrient needs over the plant productive cycle is essential to obtain high productivity. An experiment was carried out at INCAPER Experimental Farm, in Marilândia-ES, Brazil, to characterize micronutrient accumulation by Conilon coffee (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner). The experiment was arranged in a randomized block design with twenty-four treatments (sampling time) and three repetitions. Each plot consisted of only one plant of the clonal variety EMCAPA 8111 in the spacing 3.0 m x 1.5 m. The plants were removed from the soil using water sprays and divided into roots, trunk + orthotropic branches, plagiotropic branches, leaves and fruits. Micronutrient contents and micronutrient accumulation rates of each plant organ were calculated using dry matter and micronutrient concentration mean values. Fe, Mn, B, Zn and Cu contents in the plant increased as a sigmoid

¹ Parte de tese de doutoramento apresentada pela primeira autora à Universidade Federal de Viçosa.

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, CP 62, Linhares, ES, CEP 29900-970. E-mails: bragancasm@uol.com.br; jalani@incaper.es.gov.br.

³Universidade Federal de Viçosa, Departamentos de Fitotecnia, Ciência Florestal, Fitotecnia e Solos. Av. PH Rolfs, s/n, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mails: herminia@ufv.br; hgleite@ufv.br; csediyama@ufv.br; vhav@ufv.br.

⁴Embrapa Amazônia Ocidental, CP 319, Manaus, AM, CEP 69048-660. E-mail: lucio.santos@cpaa.embrapa.Br.

function, reaching, at the 72nd month, 4.716; 1.018; 336; 240 and 88 mg plant⁻¹, respectively. Leaves showed the highest B and Mn contents; the trunk + orthotropic branches the highest Cu content; and the roots the highest Fe and Zn contents. Except for Cu, with the highest accumulation rate at the 21st month, the micronutrient accumulation rates were highest between the 33rd and 42nd month.

Key words: *Coffea Canephora*, mineral nutrition, partition, accumulation rates.

INTRODUÇÃO

As plantas, de modo geral, possuem cerca de 9% de nutrientes minerais na massa da matéria seca (Buchanan *et al.* 2000), existindo grandes diferenças entre as espécies. As quantidades acumuladas variam com o cultivar, local de plantio, época do ano, idade da planta, tipo de órgão e tecido de uma mesma planta. De acordo com Kozłowski & Pallardy (1996), a partição dos nutrientes dentro de uma árvore depende da distribuição da massa de matéria seca e do teor de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos. Quando ocorre um aumento em seu tamanho, a proporção da massa de matéria seca de folhas diminui, enquanto a proporção de caule e casca aumentam.

O interesse pelo estudo dos micronutrientes em plantas tem aumentado em função dos recentes avanços alcançados pelas pesquisas que evidenciaram seu papel importante na resistência aos estresses e às doenças das plantas e, em extensão, dos animais (Welch, 1995).

No Brasil, as pesquisas relacionadas aos micronutrientes em cafeeiros somente desenvolveram-se a partir de 1955, e, antes de 1950, não se conheciam no País, problemas envolvendo estes elementos. Tal fato devia-se ao baixo consumo de fertilizantes contendo NPK e ao uso de quantidades razoáveis de adubo orgânico (Haag *et al.* 1991). Somente a partir da década de 1960, com os trabalhos de Catani *et al.* (1967), os resultados de pesquisa com micronutrientes começaram a ser publicados.

Segundo Catani *et al.* (1967), as quantidades de micronutrientes extraídas pela variedade Mundo Novo (*C. arabica* L.), aos dez anos de idade, para o desenvolvimento de seu tronco, ramos e folhas foram de 555 mg de B, 37.157 mg de Cl, 214 mg de Cu, 3.765 mg de Fe, 776 mg de Mn, 1,6 mg de Mo e 144 mg de Zn por planta. A exportação de micronutrientes para produção de 2.000 kg/ha de frutos secos a 60° C foi de 24 g de B, 3.380 g de Cl, 21 g de Cu, 55 g de Fe, 19 g de Mn, 11 g de Zn e 0,14 g de Mo.

Trabalhando com variedades mais produtivas de Mundo Novo e Catuai-Vermelho (*C. arabica*), Corrêa *et al.* (1985) verificaram que, aos 78 meses de idade, esses

cultivares acumularam 437 mg de B, 506 mg de Cu, 7.516 mg de Fe, 564 mg de Mn, 500 mg de Zn e 479 mg de B, 497 mg de Cu, 8.460 mg de Fe, 787 mg de Mn, 657 mg de Zn, respectivamente, por planta. A exigência nutricional destas variedades foi crescente a partir dos seis primeiros meses até 78 meses de idade após o plantio (6,5 anos), independentemente das quantidades de frutos produzidas.

Resultados de pesquisas publicados por Cietto & Haag (1989) mostraram que a quantidade total de micronutrientes acumulada pelo cafeeiro *Coffea arabica* cv. Catuai, aos cinco anos de idade, para o desenvolvimento do caule, ramos, folhas e frutos, foi de 248 mg de B, 104 mg de Cu, 4.956 mg de Fe, 1.863 mg de Mn e 76 mg de Zn por planta. A exportação através da colheita, em função do conteúdo total da planta, foi 30% de B, 46% de Cu, 26% de Fe, 14% de Mn e 25% de Zn. Observou-se, ainda, uma variação nítida nas quantidades acumuladas de micronutrientes em função dos meses do ano.

Para o café conilon, as quantidades de micronutrientes requeridas variam principalmente em função da idade e da produtividade esperada. O conhecimento das taxas de acúmulo e do total acumulado pelos órgãos dessa espécie e variedade é de grande importância como subsídio para a recomendação e ajuste do programa de adubação das lavouras, notadamente quando se trabalha com níveis ótimos econômicos de produtividade.

Devido ao seu alto potencial produtivo e exigência nutricional, o café conilon apresenta acréscimos significativos na produtividade, em resposta à aplicação de nutrientes. Em experimentos instalados sobre Latossolo-Amarelo, no norte do Espírito Santo, verificou-se um aumento de 1.037% na produtividade, quando foram comparadas plantas que receberam adubação completa com aquelas que não receberam fertilizantes. A aplicação de 6,54 g/cv de Bórax e 14,37 g/cv de ZnSO₄ na cova de plantio, na presença de macronutrientes, calcário e palha de café, proporcionou um aumento na produtividade de 50 e 43%, respectivamente (Bragança *et al.*, 1995).

Esses resultados de pesquisa, associados a informações sobre a exigência nutricional da cultura, são relevantes para o ajuste da nutrição e adubação desta variedade. Embora seu cultivo seja expressivo, em particular no Estado do Espírito Santo, informações sobre o acúmulo de micronutrientes pelo cafeeiro *Coffea canephora* Pierre ex Froehner cv. Conilon inexistem na literatura, de modo que o objetivo deste trabalho foi determinar o acúmulo de micronutrientes nos diferentes órgãos da planta desta variedade.

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 uma altitude de 150 m, latitude de 19° 24' 31" sul e longitude de 40° 31' 24" oeste, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo. Segundo a carta agroclimática do Estado do Espírito Santo (Feitosa *et al.* 1999), Marilândia é caracterizada como tendo os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro úmidos; março, abril e outubro parcialmente úmidos; e maio, junho, julho, agosto e setembro secos. A média das temperaturas máximas é de 33,5 °C, e a média das temperaturas mínimas, de 13,9 °C.

Antes do plantio foram retiradas amostras compostas do solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. Foram utilizadas 30 g cova⁻¹ de P₂O₅ e 20 g cova⁻¹ de FTE BR 12 misturados na cova de plantio (40 x 40 x 40 cm) e 20 g cova⁻¹ de N e K₂O, em cobertura. Para a calagem, empregou-se calcário dolomítico em área total e na cova, sendo as doses do corretivo calculadas pelo método da saturação em bases, usando-se 70% como valor de referência. Durante a formação das plantas, foram utilizados 50 g cova⁻¹ de N e 40 g cova⁻¹ de K₂O, respectivamente. Na fase de produção, as mesmas foram conduzidas com 500 kg ha⁻¹ N, 75 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 450 kg ha⁻¹ K₂O (Bragança *et al.*, 2001) em três parcelamentos. O transplantio das mudas foi realizado em outubro de 1995, e o experimento foi conduzido até o sexto ano de idade.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 24 tratamentos e três repetições. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizada em intervalos de três meses do transplantio até 72 meses. Cada bloco constou de 100 plantas úteis da variedade clonal EMCAPA 8111 (Bragança *et al.*, 2001), conduzidas no espaçamento de 3,0 m entre linha e 1,5 m entre plantas e cada parcela por uma única planta. Fo-

ram consideradas plantas úteis aquelas utilizadas nas avaliações. Cada planta útil foi circundada por outros clones da mesma variedade, que constituíram a bordadura. Em cada época de amostragem, tomou-se aleatoriamente uma planta competitiva (parcela experimental), ou seja, uma planta cujas vizinhas não tivessem sido removidas em amostragens anteriores, de cada bloco. As plantas foram conduzidas sem podas e coletadas inteiras, incluindo-se as raízes.

Para a retirada das raízes, foi aberta uma trincheira ao redor das plantas, com enxadão, sendo a remoção completada por meio de jatos d'água. Os órgãos da planta foram separados em raiz, tronco mais ramos ortotrópicos, ramos plagiotrópicos, folhas e frutos. Os frutos foram avaliados com casca, e flores e botões florais não foram considerados. Todas as amostras foram lavadas sob fluxo contínuo de água de torneira, enxaguadas com água destilada, acondicionadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 70°C, até peso constante. Posteriormente, procedeu-se à pesagem da massa de matéria seca e sua moagem em moinho tipo Wiley, com peneira de malha 0,85 mm (20 mesh).

Uma amostra de 0,500 g da massa de matéria seca foi digerida pela mistura nitroperclórica para determinação de Cu, Fe, Mn e Zn. Na determinação do B, usaram-se amostras de 0,200 g de massa da matéria seca, que foram submetidas ao processo de incineração. A quantificação dos nutrientes foi feita de acordo com os seguintes métodos (Malavolta *et al.*, 1997): Cu, Fe, Mn e Zn, pelo método da espectrofotometria de absorção atômica; e o B, pelo método colorimétrico da azometina H.

Os teores de Fe, Zn, Mn, B e Cu foram expressos em mg kg⁻¹ e a massa de matéria seca em kg. O cálculo do conteúdo dos nutrientes nos órgãos da planta foi feito multiplicando-se os teores dos nutrientes pelos respectivos valores de massa de matéria seca.

As variáveis dependentes foram submetidas à análise de variância, utilizando-se o SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (Ribeiro, 2001). Na análise de regressão, foram ajustados os modelos sigmoidais disponíveis no software CurveExpert. A seleção do melhor modelo foi feita com base na análise gráfica dos resíduos e na análise do coeficiente de correlação, entre valores observados e estimados da variável dependente, conforme Drapper & Smith (1980). Na análise de regressão, a variável independente foi sempre considerada a idade da planta, expressa em meses após o transplantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo total de Fe no cafeeiro conilon aumentou até alcançar 4.716 mg planta⁻¹, aos 72 meses de idade após o transplântio (Figura 1), o que equivale a uma imobilização de 10 kg ha⁻¹ de Fe. A taxa de acúmulo de Fe do café conilon aumentou até alcançar 284 mg mês⁻¹, no 42º mês, diminuindo em seguida. Observou-se que, aos 72 meses de idade, o Fe foi o micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon, com percentual de 74 % do total de micronutrientes distribuídos entre os vários órgãos analisados.

Do total de 4.717 mg de Fe acumulado na planta, aos 72 meses de idade, verificou-se que 3.390 mg (72 %) foram alocados nas raízes, 434 mg (9 %) no tronco + ramos ortotrópicos, 370 mg (8 %) nas folhas, 366 mg (8 %) nos frutos e 156 mg (3 %) nos ramos plagiotrópicos. O conteúdo total de Fe acumulado pelo conilon foi semelhante àquele encontrado por Catani *et al.* (1967) e Cietto & Haag (1989) na parte aérea do café arábica com 10 e 5 anos de idade, respectivamente. Por outro lado, o conteúdo total de Fe acumulado pelo café conilon foi inferior àquele constatado por Corrêa *et al.* (1985), que encontraram 7.516 g e 8.460 mg de Fe, incluindo todos os órgãos das variedades Mundo Novo IAC-379/19 e Catuai Vermelho (IAC 81), respectivamente. Entretanto, o elevado conteúdo de Fe constatado em raízes de cafeeiros provavelmente não reflete uma necessidade fisiológica da planta, mas sim uma excessiva deposição deste elemento no apoplasto das células radiculares.

Após o Cl, o Fe é o micronutriente mais acumulado pelo café arábica (Catani *et al.*, 1967; Corrêa *et al.*, 1985; Cietto & Haag, 1989). Nas plantas, aproximadamente 80 % do Fe ocorre nos cloroplastos, onde têm um papel importante na fotossíntese e biossíntese de proteínas e clorofila. É componente de sistemas redox, sendo cons-

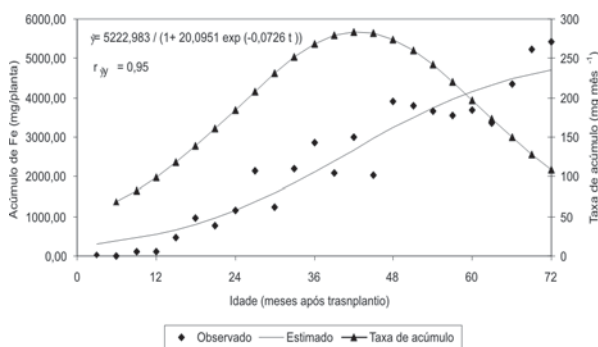


Figura 1. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Fe pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

tituinte enzimático das hemoproteínas (citocromos, catalases, peroxidases, legemoglobina), ferrosulfo-proteínas (ferredoxina, izoenzimas superóxido dismutase, aconitase), além de outras enzimas menos caracterizadas, como as lipoxigenases e coproporfirinogênio oxidase (Marschner, 1995; Buchanan, 2000; Taiz & Zeiger, 2002).

O Mn foi o segundo micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon, com um percentual de 16 % do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos analisados. O conteúdo total aumentou até alcançar 1.018 mg planta⁻¹, aos 72 meses de idade após o transplântio (Figura 2), o que equivale a uma imobilização de 2 kg ha⁻¹ de Mn. A taxa total de acúmulo de Mn observada para o cafeeiro conilon aumentou até alcançar 63 mg mês⁻¹, no 42º mês, diminuindo em seguida.

Do total de 1.018 mg de Mn acumulado na planta, 387 mg (38 %) foram alocados nas folhas, 264 mg (26 %) nos ramos plagiotrópicos, 224 mg (22 %) no tronco + ramos ortotrópicos, 88 mg (9 %) nas raízes e 55 mg (5 %) nos frutos. As quantidades totais de Mn acumuladas pelo cafeeiro conilon foram superiores àquelas encontradas por Catani *et al.* (1967) e Corrêa *et al.* (1985) e inferiores àquelas encontradas por Cietto & Haag (1989). As diferenças encontradas nas quantidades acumuladas de Mn, quando se compara o conilon com os dados apresentados por esses autores, provavelmente se devem à espécie (*C. arabica*) utilizada e às condições locais do experimento.

Além de ser essencial na síntese de clorofila, na evolução do O₂ durante a fotossíntese e na estrutura lamelar dos tilacóides dos cloroplastos, o manganês participa como co-fator de várias enzimas importantes como peroxidases e algumas ligadas ao metabolismo do C e do N. Com deficiência, ocorre redução no conteúdo de clo-

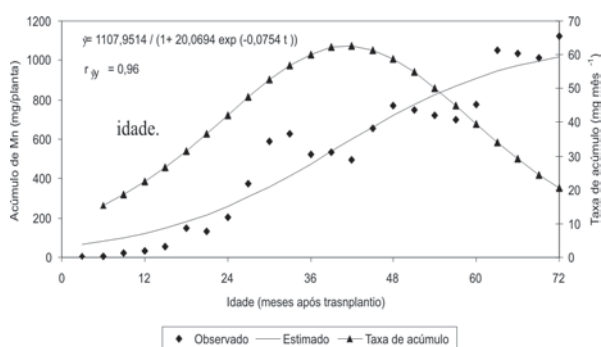


Figura 2. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Mn pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

rofila e constituintes das membranas do cloroplasto, como fosfolípidos e glicoproteínas (Marschner, 1995; Buchanan, 2000; Taiz & Zeiger, 2002). Nas condições em que predomina o cultivo do café conilon no norte do Estado do Espírito Santo, têm-se observado respostas marcantes à aplicação de Mn em lavouras instaladas sobre Latossolo-Amarelo (Silveira & Carvalho, 1989).

Em trabalho sobre a avaliação do estado nutricional do cafeeiro Conilon no norte do Estado do Espírito Santo, por meio da análise foliar, Bragança *et al.* (1989) constataram que 60 % das lavouras amostradas estavam deficientes neste nutriente. Silveira & Carvalho (1989) corrigiram sintomas visuais de deficiência aplicando sulfato de manganês a 1%, via foliar, elevando os teores iniciais de 7 para 21 mg kg⁻¹, quando os sintomas desapareceram.

O B foi o terceiro micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon com um percentual de 5% do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos analisados. O conteúdo total aumentou até alcançar 336 mg planta⁻¹, aos 72 meses de idade após o transplântio (Figura 3), o que equivale a uma imobilização de 0,8 kg ha⁻¹ de B. A taxa de acúmulo de B, considerando-se toda a planta, aumentou até alcançar 22 mg mês⁻¹, no 39º mês, diminuindo em seguida. As quantidades totais de B acumuladas pelo cafeeiro conilon foram superiores àquelas encontradas por Cietto & Haag (1989) e inferiores àquelas encontradas por Catani *et al.* (1967) e Corrêa *et al.* (1985) para *C. arabica*. Do total de 336 mg de B acumulado na planta, 112 mg (33 %) foram alocados nas folhas, 104 mg (31 %) no tronco + ramos ortotrópicos, 48 mg (14 %) nas raízes, 37 mg (11 %) nos frutos e 36 mg (11 %) nos ramos plagiotrópicos. O B participa do crescimento celular, da biossíntese de componentes da parede celular, do metabolismo de fenóis, dos ácidos nucleicos, dos carboidratos e do AIA, além de conferir estabilidade e

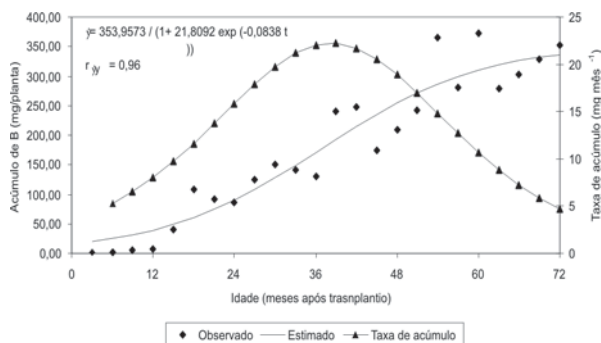


Figura 3. Acúmulo total e taxa de acúmulo de B pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

estrutura à parede celular (Marschner, 1995; Buchanan, 2000; Taiz & Zeiger, 2002). Ao lado do Mn e do Zn, é um micronutriente que tem proporcionado respostas significativas, com acréscimos de até 43 % na produtividade do cafeeiro conilon (Bragança *et al.*, 1995), quando fornecido juntamente com os macronutrientes, calcário e matéria orgânica.

O Zn foi o quarto micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro Conilon, com percentual de 4% do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos analisados. O conteúdo total aumentou até alcançar 240 mg planta⁻¹, aos 72 meses de idade após o transplântio (Figura 4), o que equivale a uma imobilização de 0,5 kg ha⁻¹ de Zn. A taxa de acúmulo de Zn, considerando toda a planta, aumentou até alcançar 22 mg mês⁻¹, no 33º mês, diminuindo em seguida. Esta quantidade de Zn acumulada em todos os órgãos do café conilon é superior àquelas encontradas na variedade Catuaí (*C. arabica*) por Catani *et al.* (1967) e Cietto & Haag (1989) e inferior àquela encontrada por Corrêa *et al.* (1985), trabalhando com as variedades Mundo Novo (IAC-379/19) e Catuaí Vermelho (IAC 81). Do total de 240 mg de Zn acumulado na planta, 146 mg (61 %) foram alocados para as raízes, 36 mg (15 %) para os ramos plagiotrópicos, 23 mg (9 %) para os frutos, 20 mg (9 %) para as folhas e 16 mg (6 %) para o tronco + ramos ortotrópicos. Nas plantas, o Zn participa como co-fator estrutural, funcional ou regulatório de várias enzimas, dentre elas a anidrase carbônica, a Cu-Zn-superóxido dismutase, a RNA polimerase e a maioria das desidrogenases. Afeta o metabolismo de carboidratos, controlando a atividade de certas enzimas-chaves deste processo. É essencial para a manutenção da integridade estrutural das membranas e da biossíntese do ácido indoleacético (AIA) (Marschner, 1995; Buchanan, 2000; Taiz & Zeiger, 2002). Em café

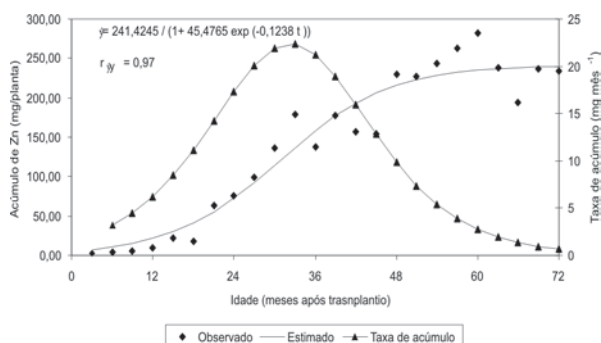


Figura 4. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Zn pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

conilon, o fornecimento de Zn na cova de plantio aumentou em 50 % a produtividade (Bragança *et al.* 1995).

O conteúdo total de Cu no cafeeiro conilon aumentou até alcançar 88 mg planta⁻¹, aos 72 meses de idade após o transplântio (Figura 5), o que equivale a uma imobilização de 0,2 kg ha⁻¹ de Cu. A taxa de acúmulo de Cu, considerando toda a planta, aumentou até alcançar 48 mg mês⁻¹ no 21º mês, diminuindo em seguida. Trabalhando com a variedade Catuai (*C. arabica*), Catani *et al.* (1967), Corrêa *et al.* (1985) e Cietto & Haag (1989) encontraram 214 mg, 497 mg e 101 mg de Cu, respectivamente. Observou-se que, aos 72 meses de idade, o Cu foi o quinto micronutriente mais acumulado pelo cafeeiro conilon, com um percentual de 2% do total de micronutrientes distribuídos entre os vários órgãos analisados. Do total de Cu acumulado na planta, 32 mg (37 %) foi alocado no tronco + ramos ortotrópicos, 22 mg (25 %) nas folhas, 16 mg (18 %) nas raízes, 16 mg (18 %) nos ramos plagiotrópicos e 2 mg (3 %) nos frutos. Nas plantas, o Cu tem importante papel no metabolismo de carboidratos, lignificação da parede celular, biossíntese de substâncias envolvidas em processos de resistência

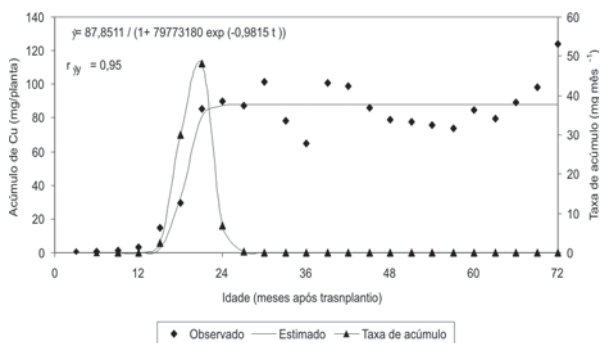


Figura 5. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Cu pelo cafeeiro conilon, em função da idade.

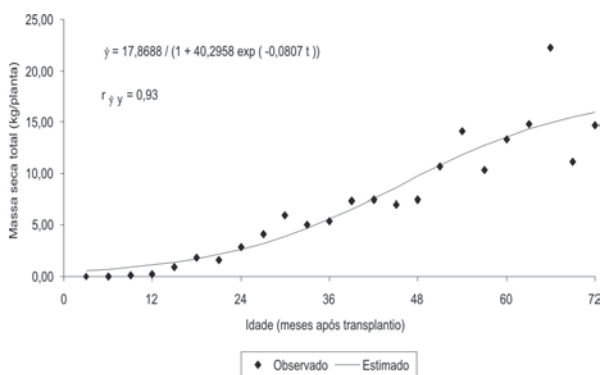


Figura 6. Produção total de massa de matéria seca pelo café conilon do transplântio até os 72 meses de idade.

das plantas a certas doenças, nodulação e fixação simbiótica do N; participa de reações redox, além de ser constituinte de vários tipos de proteínas como a plastocianina, citocromo oxidase, ascorbato oxidase, oxidases de fenóis amino oxidases e superóxido dismutase (Marschner, 1995; Buchanan, 2000; Taiz & Zeiger, 2002).

Embora o peso total da massa de matéria seca do café conilon tenha sido crescente durante a condução do experimento (15,94 kg/planta, no 72º mês; Figura 6), constatou-se que as taxas de acumulação de micronutrientes foram máximas entre o 33º e o 42º mês, exceção feita para o Cu que foi no 21º mês, diminuindo a seguir. De modo semelhante, a taxa de crescimento absoluto (RGA) aumentou de 0,14 kg mês⁻¹ no 3º mês até 1,08 kg mês⁻¹ no 48º mês, diminuindo a seguir, até alcançar 0,46 kg mês⁻¹ no 72º mês (Figura 7). Por outro lado, a taxa de crescimento relativo (RGR) do café conilon, que depende, fundamentalmente, da área foliar útil para a fotossíntese e da taxa de fotossíntese líquida, diminuiu ao longo do ciclo de observações, variando de 0,21 kg kg⁻¹ mês⁻¹, no 3º e 6º meses a 0,03 kg kg⁻¹ mês⁻¹ no 72º mês (Figura 7), indicando diminuição da massa de matéria seca por unidade de matéria seca contida na planta no início do experimento. Uma diminuição nos valores da RGR, em função do tempo, é comum para algumas espécies, estando relacionados aos decréscimos na taxa assimilatória líquida e na razão de área foliar.

O fato da taxa de acumulação dos micronutrientes pelo conilon ter diminuído após determinado período, paralelamente às RGA e RGR, sugere uma possível relação com a distribuição de assimilados e, conseqüentemente, com a partição de massa da matéria seca entre os órgãos da planta. De acordo com Heuvelink (1996), há a hipótese de que a distribuição de matéria seca na planta seja regulada pela força do dreno dos órgãos, termo usado para descrever a habilidade competitiva de um órgão

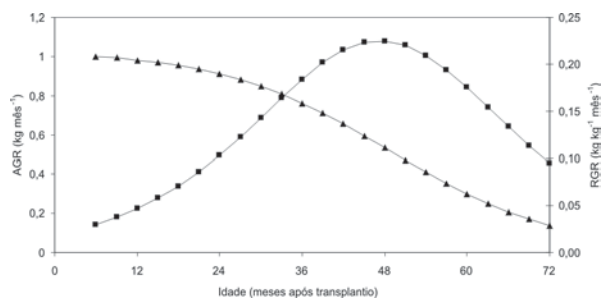


Figura 7. Taxas totais de crescimento absoluto e de crescimento relativo do café conilon do transplântio até 72 meses de idade.

importar assimilados, quantificada pelas suas taxas de crescimento potenciais.

Neste trabalho, constatou-se que os ramos ortotrópicos do café conilon, aos 72 meses de idade, foram os drenos principais da planta, sendo responsáveis por, aproximadamente, 48 % da sua massa de matéria seca total. Este fato ocorre, principalmente, quando a planta é conduzida em livre crescimento (ausência de poda), e, dessa forma, novos ramos ortotrópicos são emitidos anualmente. Assim, gradualmente, começa a estabelecer-se um predomínio de massa de matéria seca alocada nesse órgão, em detrimento dos demais, e as hastes ortotrópicas em crescimento passam, então, a constituir-se num forte dreno de carboidratos, competindo com os demais tecidos e órgãos demandadores de nutrientes, devido às altas taxas metabólicas que ocorrem em nível celular. Após a segunda ou terceira colheita, verifica-se que os ramos produtivos reduzem o seu vigor, não havendo crescimento compensatório para manutenção de altas produtividades. Provavelmente, a diminuição nas taxas de acúmulo de micronutrientes observada no café conilon, constatadas após o terceiro ano aproximadamente, decorreu da redução das taxas potenciais de crescimento absoluto e relativo.

CONCLUSÕES

Os conteúdos de Fe, Mn, B, Zn e Cu na planta aumentaram progressivamente, alcançando, no 72º mês, 4.716 mg, 1.018 mg, 336 mg, 240 mg, e 88 mg, respectivamente. As folhas apresentaram maiores conteúdos de B e Mn, o tronco + ramos ortotrópicos de Cu e as raízes de Fe e Zn. De modo geral, as taxas de acúmulo dos micronutrientes foram máximas entre o 33º e o 42º mês, exceto para o Cu, cujo valor máximo ocorreu no 21º mês.

REFERÊNCIAS

- Bragança SM, Alvarez V VH, Carvalho CHS & Lani JA (1989) Avaliação nutricional do café conilon (*Coffea canephora*) através da análise foliar na região norte do Estado do Espírito Santo: Manganês. In: 15º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Maringá. Anais, IBC/GERCA. p.112-114.
- Bragança SM, Carvalho CHS, Fonseca AFA, Ferrão RG (2001) EMCAPA 8111, EMCAPA 8121, EMCAPA 8131: Variedades clonais de café Conilon para o Estado do Espírito Santo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36: 765-770.
- Bragança SM, Carvalho CHS, Dessaune Filho N, Alvarez V. VH, Lani JA, Fonseca AFA & Silveira JSM (1995) Nutrição e adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em Latossolo Amarelo coeso. II. Zinco-boro-palha de café. In: 21º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Caxambú. Anais, IBC/GERCA. p.110-111.
- Bragança SM, Lani JA & DeMuner LH. (2001) Café Conilon: Adubação e calagem Vitória, ES: INCAPER. 31 p. (Circular Técnica, 01).
- Buchanan BB, Gruissen W & Jones RL. (2000) Biochemistry and molecular biology of plants, 1nd ed. Rockville, Maryland, American Society of Plant Physiologists. 1367 p.
- Catani RA, Pelegrino D, Bittencourt V C, Jacinto AO & Graner CAFA (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, 18: 97-106.
- Cietto S & Haag HP (1989) Nutrição Mineral do cafeeiro III. Recrutamento de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuai) com dois, três, quatro e cinco anos de idade, nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação, vegetando em um Latossolo Amarelo, fase cerrado. Anais da ESALQ, 46: 403-431.
- Corrêa JB, Garcia AWR. & Costa PC (1985) Extração de nutrientes pelo cafeeiro Mundo Novo e Catuai. In: 12º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Caxambú. Anais, IBC/GERCA. p. 23-26.
- Drapper NR & Smith H (1980) Applied regression analysis, 2nd ed. New York, J. Wiley. 709p.
- Ribeiro, JIJ (2001) Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, Funarbe. 301p.
- Feitosa LR, Castro LLF, Resende M, Zangrande MB, Stocking MS, Borel RMA, Fullin EA, Cerqueira AF, Salgado JS, Feitosa HN, Stock LA, Mank AM, Dessaune Filho N, Mank AM, Feringa W & Martinez JA (1999) Mapa das unidades naturais do Espírito Santo, Vitória. EMCAPA. Mapa na escala 1:400 000. Colorido.
- Haag PH, Dechen AR & Carmello QAC (1991) Culturas estimulantes. In: Ferreira ME & Cruz MCP (Eds.) Micronutrientes na agricultura. Piracicaba, POTAFÓS. p. 501-548.
- Heuvelink E (1996) Dry matter partitioning in tomato: validation of a dynamic simulation model. Annals of Botany, 77:71-80.
- Kozłowski TT & Pallardy SG (1996) Physiology of woody plants, 2nd ed. San Diego, Academic Press. 411p.
- Malavolta E, Vitti GC & Oliveira AS (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações, 2nd ed. Piracicaba, Potafos. 319 p.
- Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants 2nd ed. London, Academic Press. 889 p.
- Silveira JSM & Carvalho CHS (1989) Deficiência de manganês em café Conilon. In: 15º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Maringá. Anais, IBC/GERCA, p. 204-205.
- Taiz L & Zeiger E (2002) Plant physiology 3rd ed. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, Inc., Publishers. 690 p.
- Welch RM (1995) Micronutrient nutrition of plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 14: 49-82.