





Capítulo 11

Nutrição do Cafeeiro Conilon

Scheilla Marina Bragança, Luiz Carlos Prezotti
e José Antônio Lani



1. INTRODUÇÃO

Embora constituam 9% do peso da massa seca total, os nutrientes minerais são componentes essenciais de moléculas orgânicas e de estruturas de membranas, estão envolvidos em ativação enzimática, controle osmótico, transporte de elétrons, sistema tampão do protoplasma, controle da permeabilidade das membranas, além de outros processos. Ao lado de fatores como luz, água e CO₂ constituem os materiais que a planta utiliza para a produção de *triose-fosfato*, primeiro açúcar sintetizado pela fotossíntese. Este açúcar é utilizado como substrato em várias rotas metabólicas na planta, como, por exemplo, na biossíntese de lipídeos, proteínas e carboidratos (BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000). Posteriormente, esses compostos são utilizados no processo respiratório, com a formação de *esqueletos carbonados* que, por sua vez, são mobilizados para as regiões de crescimento e desenvolvimento da planta.

Para crescerem e se desenvolverem, as plantas necessitam dos elementos químicos: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B, Cu, Mo, Cl e Ni. Todos estes elementos provêm do solo, com exceção do N, C, H e O, que são adquiridos do ar, do solo e da água. Assim, em condições de desequilíbrio nutricional, o café conilon apresenta alterações bioquímicas, fisiológicas e morfológicas, o que refletirá no desenvolvimento da parte aérea, da raiz e, por extensão, na longevidade do período produtivo. Quando o suprimento dos nutrientes é deficiente, a taxa de crescimento pode ser limitada, diminuindo a produtividade.

2. EXIGÊNCIAS MINERAIS E MARCHA DE ACÚMULO

Além da espécie e do genótipo, as quantidades de nutrientes acumulados pelo cafeeiro variam com local e época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta. A partição desses nutrientes depende da distribuição da matéria seca e dos teores de nutrientes. Quando ocorre um aumento em tamanho, a proporção de matéria seca de folhas diminui, enquanto a proporção de caule e casca aumenta (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996). Conseqüentemente, o acúmulo de minerais nessas partes também acompanha esse comportamento.

No Brasil, o primeiro trabalho sobre a composição mineral do cafeeiro (*Coffea arabica*) foi publicado em 1893, por Dafert citado por Catani et al. (1965), em que se estudou a distribuição percentual de K, Ca, Mg e P nos diversos órgãos de plantas com 1, 2, 3, 4, 6, 10 e 40 anos de idade. Outras pesquisas foram divulgadas posteriormente para café arábica (CATANI; MORAES, 1958; CATANI et al., 1965; CATANI et al., 1967; CORREA; GARCIA; COSTA, 1985; CIETTO; HAGG, 1989; CIETTO; HAAG; DECHEN, 1991ab; CIETTO et al., 1991b) e café conilon (*Coffea canephora* Pierre) (BRAGANÇA, 2005).

O conilon é uma variedade que apresenta um potencial produtivo elevado, particularmente aqueles germoplasmas oriundos de seleções feitas em programas de melhoramento genético. Dessa forma, os genótipos assim selecionados apresentam alta exigência nutricional e acumulam grande quantidade de nutrientes em seus órgãos.

As quantidades de nutrientes acumuladas pelo conilon aumentam progressivamente com a idade, notadamente a partir da primeira colheita. Entre os 24 e 30 meses, época da primeira produção

comercial, as quantidades de N, P e K na planta podem aumentar em até 1,53, 1,55 e 2,24 vezes, respectivamente. Em trabalho realizado por Bragança (2005), a seqüência de acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro Conilon foi $N > Ca > K > Mg > S > P > Fe > Mn > Zn > Cu$.

2.1 NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) está presente em diversos compostos, como purinas e alcalóides, aminoácidos, enzimas, vitaminas, hormônios, ácidos nucleicos, nucleotídeos e na molécula de clorofila (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN, JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Sua deficiência manifesta-se inicialmente nas áreas entre as nervuras das folhas mais velhas, as quais apresentam-se com uma tonalidade verde-clara e manchas irregulares. Com a evolução dos sintomas, as folhas adquirem uma coloração amarelada (Figura 1).

É o nutriente mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 38% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 2). Uma planta adulta com seis anos de idade acumula cerca de 250 g/planta de N, o que equivale a uma imobilização de 554,12 kg ha⁻¹ de N (Figura 3). Do total de N acumulado, aproximadamente 70,7 g (29%) são alocados nas folhas, 60,5 g (24%) no tronco + ramos ortotrópicos, 49,6 g (20%) nas raízes, 43,2 g (17%) nos frutos e 25,5 g (10%) nos ramos plagiotrópicos (BRAGANCA, 2005).

Portanto, nas folhas do cafeeiro conilon concentram-se a maior fração do total de N que se acumula na planta. De acordo com Kozlowski e Pallardy (1996), nesses órgãos encontram-se a maioria das células vivas de uma árvore, que tende a acumular maiores quantidades de nutrientes, em virtude do processo fotossintético.

Esses dados mostram a alta exigência dessa variedade em relação ao N, o que foi mostrado anteriormente em trabalho realizado por Bragança et al. (1995a), sobre Latossolo Amarelo, em Linhares/ES, em que se observou um aumento de 410% na produtividade com o fornecimento de N. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de N pelo café conilon aumenta até atingir 17,48 g mês⁻¹, no 42º mês, diminuindo a seguir (Figura 3).



Figura 1. Sintoma de deficiência de N em conilon.

Fonte: Cortesia do Engenheiro Agrônomo José Sebastião Machado Silveira.

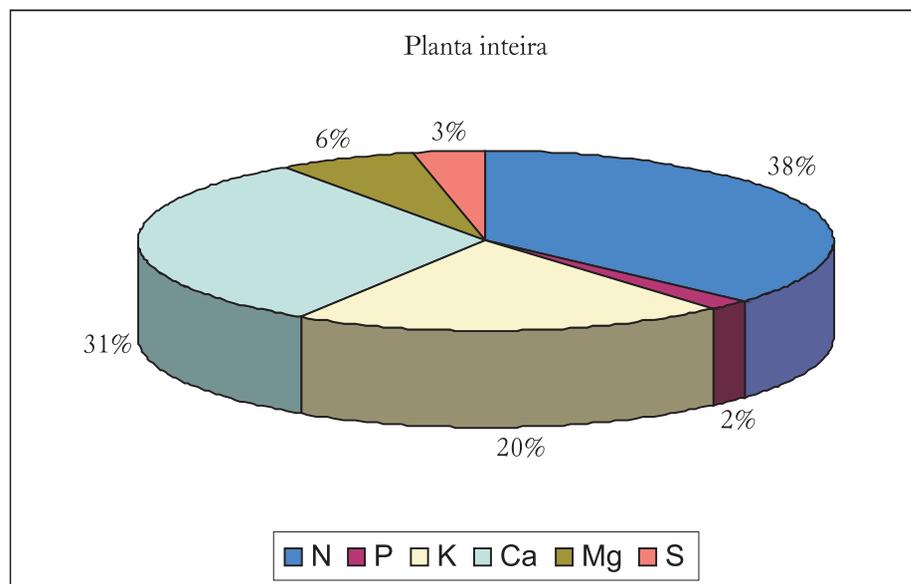


Figura 2. Partição de macronutrientes no café conilon aos 72 meses de idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

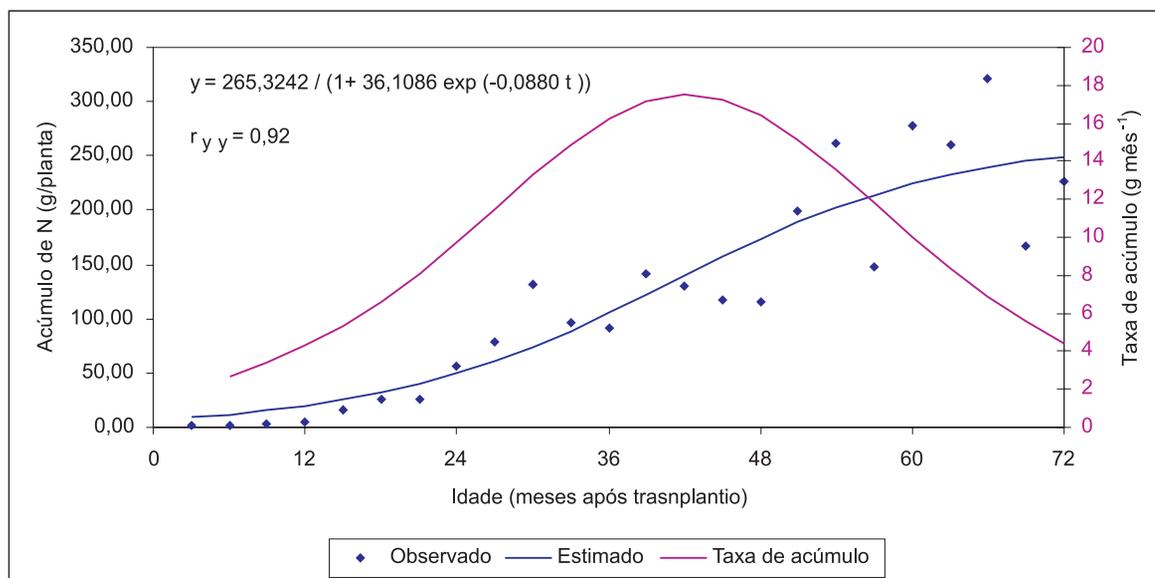


Figura 3. Acúmulo total e taxa de acúmulo de N pelo café conilon em função da idade.

Fonte: Bragança (2005).

2.2 CÁLCIO

O cálcio (Ca) atua como mensageiro secundário nas respostas das plantas a vários tipos de estímulos externos como luz, temperatura, hormônios, sais minerais e estímulos mecânicos. É essencial na divisão celular, na estabilidade da parede celular e no controle da permeabilidade da membrana plasmática (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Adquirido inicialmente pelas raízes, a maior parte do Ca é transportada via xilema, embora parte possa fazê-lo pelo floema. Depois de localizado nas folhas, o Ca torna-se imóvel. Desta

forma, os sintomas de deficiência incluem clorose marginal e internerval das folhas mais novas, assim como diminuição do crescimento dos meristemas apicais (Figura 4).

O Ca é o segundo nutriente mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 31% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 2). Em uma planta de seis anos de idade, é acumulado na quantidade de 215 g/planta aproximadamente, o que equivale a uma imobilização de 475,7 kg ha⁻¹ de Ca. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Ca pelo café conilon aumenta progressivamente até os 72 meses de idade (Figura 5), alcançando valor máximo de 22,70 g mês⁻¹. Do total de Ca acumulado entre os órgãos do conilon, aproximadamente 70,45 g (33%) são alocados para as folhas, 61,6 g (28%) para o tronco + ramos ortotrópicos, 43,97 g (21%) para os ramos plagiotrópicos, 19,71 g (9%) para as raízes e 18,96 g (9%) para os frutos (BRAGANÇA, 2005).

Em *Coffea arabica*, vários autores (CATANI; MORAES, 1958; CATANI et al.,1965; CORREA; GARCIA; COSTA, 1985; CIETTO et al.,1991b) também, constataram que o Ca acumula-se em maior proporção nas folhas e em menor quantidade nos frutos, confirmando sua característica de baixa mobilidade no floema. De acordo com Malavolta (1986), as quantidades de Ca nas raízes, nos caules e nos ramos são da mesma magnitude que as de K; nas folhas é aproximadamente a metade, enquanto nos frutos, a quantidade de Ca é aproximadamente 25% em relação ao K.



Figura 4. Sintoma de deficiência de Ca em café conilon.

Fonte: Cortesia do Engenheiro Agrônomo Francisco Felner.

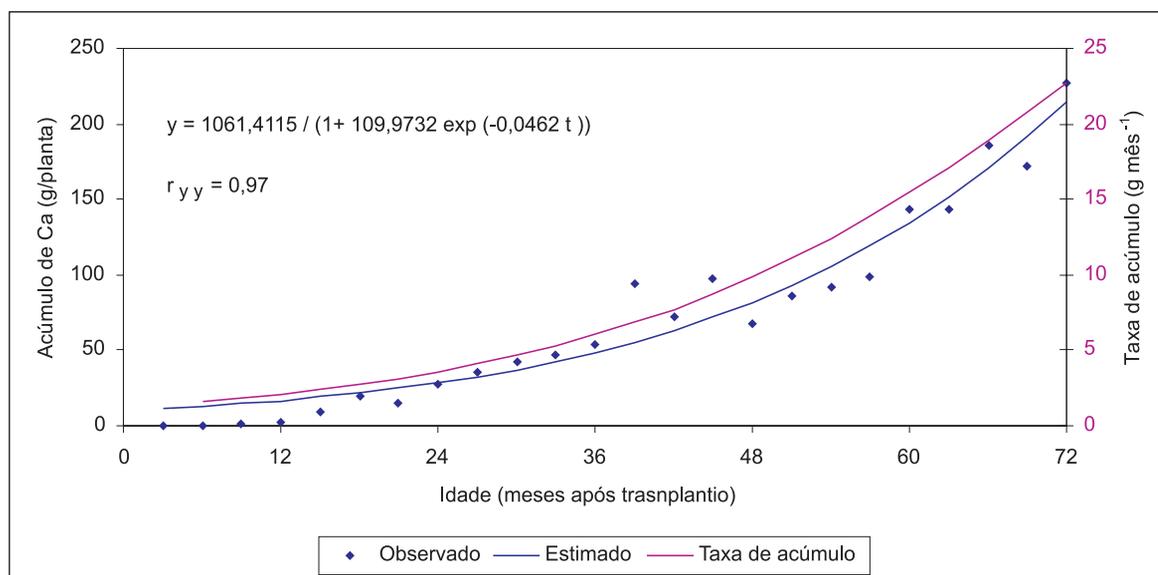


Figura 5. Acúmulo e taxa de acúmulo de Ca pelo café conilon em função da idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

2.3 POTÁSSIO

Além do seu importante papel na síntese de proteína e regulação do potencial osmótico das células, o potássio (K) é também ativador de várias enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). O seu papel na biossíntese de amido, através da ativação da sintase do amido, é fundamental na obtenção de altos “índices de colheita”. Durante a formação dos frutos, há um decréscimo no teor de amido dos ramos e das folhas, sendo tanto mais intenso quanto maior a produção, podendo esgotar-se antes do amadurecimento dos frutos. A correlação entre o teor de amido e a produção mostra a importância do K na fisiologia do cafeeiro (RENA; CARVALHO, 2003). Um dos efeitos metabólicos de sua deficiência é a acumulação nos tecidos de carboidratos solúveis e de açúcares redutores (CARVAJAL, 1984). O sintoma de deficiência é caracterizado pela necrose ou escurecimento das bordas das folhas mais velhas (Figura 6).

A exigência do café conilon desse nutriente aumenta com a idade, sendo particularmente intensa quando a planta atinge a fase de produção. Após o N e o Ca, o K é o terceiro nutriente mais acumulado na cultura, com percentual de 20% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos da planta. Em uma planta de seis anos de idade, a quantidade acumulada é de aproximadamente 137 g/planta de K, equivalendo a uma imobilização de 305 kg ha⁻¹ de K (Figuras 2 e 7). Do total de K acumulado na planta, 40,53 g (30%) são alocados para as folhas, 34,72 g (25%) para o tronco + ramos ortotrópicos, 26,62 g (19%) para os frutos, 18,91 g (14%) para as raízes e 16,38 g (12%) para os ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de K (Figura 7) aumenta até alcançar 10,35 g mês⁻¹ no 36º mês, diminuindo a seguir (BRAGANÇA, 2005).



Figura 6. Sintoma de deficiência de K em café conilon.

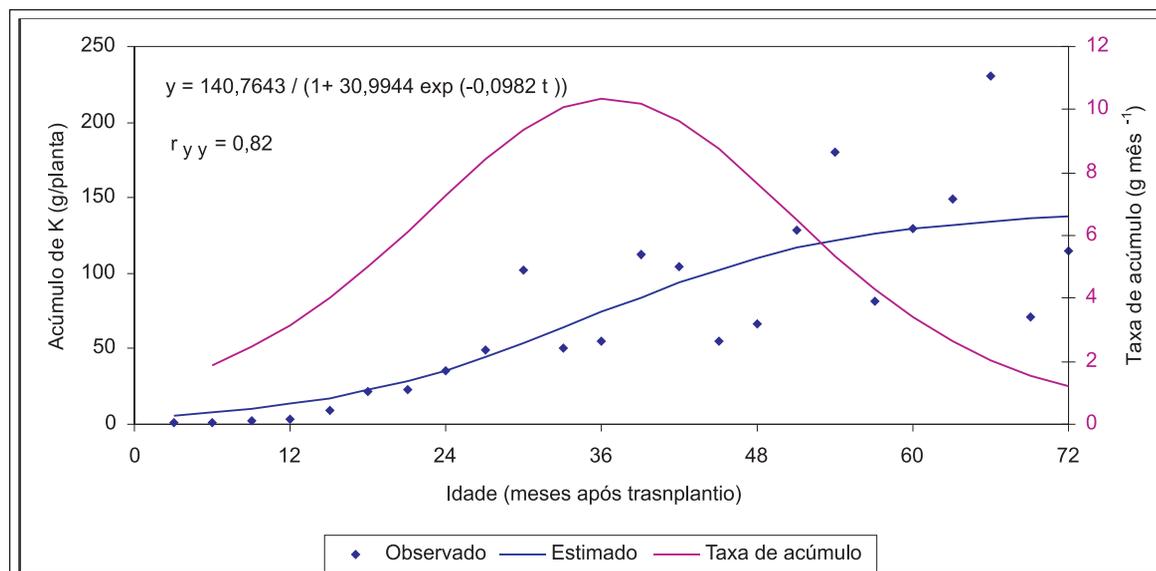


Figura 7. Acúmulo e taxa de acúmulo de K pelo café conilon em função da idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

2.4 MAGNÉSIO

Por ocupar o centro do núcleo tetrapirrólico da molécula de clorofila, o magnésio (Mg) exerce papel fundamental na fotossíntese e na produção de fotoassimilados, necessários à manutenção de altos índices de colheita. É modulador da atividade da enzima carboxilase da ribulose-1,5 bifosfato (Rubisco), que catalisa a reação de fixação de C nas plantas C3 (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Por ser um elemento móvel no floema, sua redistribuição 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, ocorrendo clorose internerval, que pode evoluir para as mais novas (Figura 8).

O Mg é o quarto macronutriente mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 6% do

total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos da planta (Figura 2). Uma planta adulta com seis anos de idade acumula cerca de 42 g/planta de Mg, o que equivale a uma imobilização de 94 kg ha⁻¹ de Mg (Figura 9) aproximadamente. Com relação à partição de Mg entre os diversos órgãos, aproximadamente 13 g (30%) são alocados para as folhas, 10,72 g (25%) para as raízes, 9,65 g (23%) para o tronco + ramos ortotrópicos, 6,37 g (15%) para os ramos plagiotrópicos e 3,05 g (7%) para os frutos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Mg, considerando-se toda a planta, é crescente até os 72 meses de idade (Figura 9), alcançando 3,21 g mês⁻¹ (BRAGANÇA, 2005).



Figura 8. Sintomas de deficiência de Mg em café conilon.

Fonte: Cortesia do Engenheiro Agrônomo José Sebastião Machado Silveira.

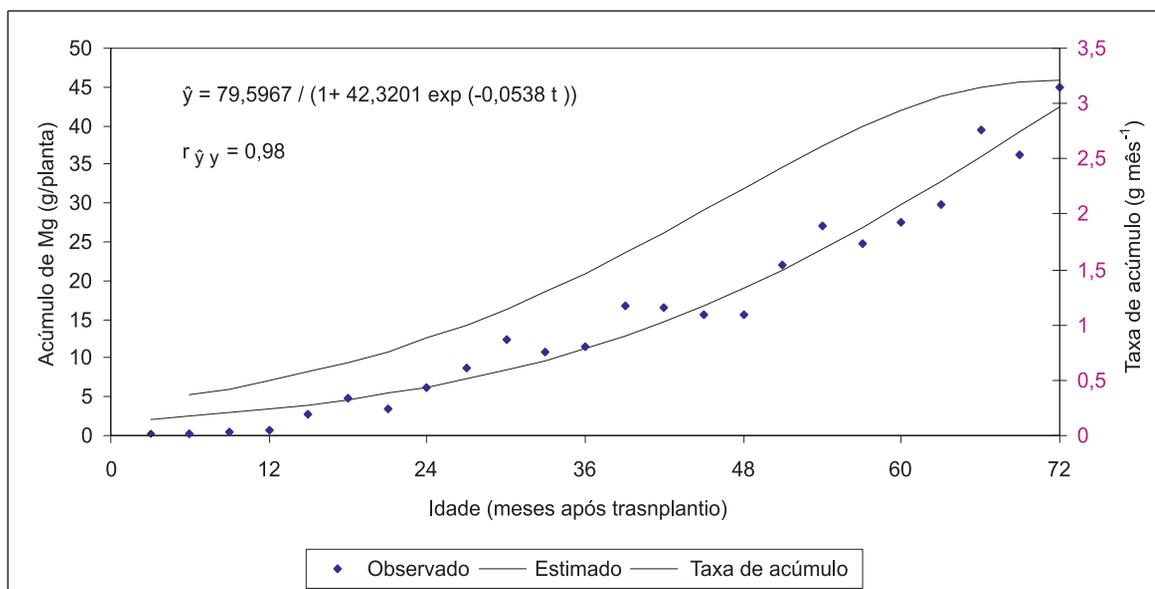


Figura 9. Acúmulo e taxa de acúmulo de Mg pelo café conilon em função da idade.

Fonte: Bragança (2005).

2.5 ENXOFRE

Uma das principais funções do enxofre (S) nas plantas é ser constituinte dos aminoácidos cisteína e metionina, essenciais à biossíntese de proteínas e à atividade de certas enzimas. É componente de inúmeras coenzimas e grupos prostéticos, essenciais ao ciclo de Krebs, além de ser constituinte de várias moléculas envolvidas na transferência de elétrons e estrutura das membranas celulares (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Os sintomas de deficiências se iniciam entre as nervuras das folhas mais jovens, que se tornam cloróticas (Figura 10).

É o quinto nutriente mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 3% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos da planta (Figura 2). Aos seis anos de idade, o café conilon acumula aproximadamente 24 g/planta, correspondendo a uma imobilização de 52,53 kg ha⁻¹ de S (Figura 11). Do total de S acumulado na planta, 7,23 g (31%) são alocados nas folhas, 5,75 g (24%) nas raízes, 4,96 g (21%) no tronco + ramos ortotrópicos, 3,79 g (16%) nos frutos e 1,91 g (8%) nos ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de S (Figura 11) aumenta progressivamente, alcançando 1,78 g mês⁻¹, no 45° e 48° mês, diminuindo a seguir (BRAGANÇA, 2005).



Figura 10. Sintoma de deficiência de S em café conilon.

Fonte: Cortesia do Engenheiro Agrônomo Francisco Felner.

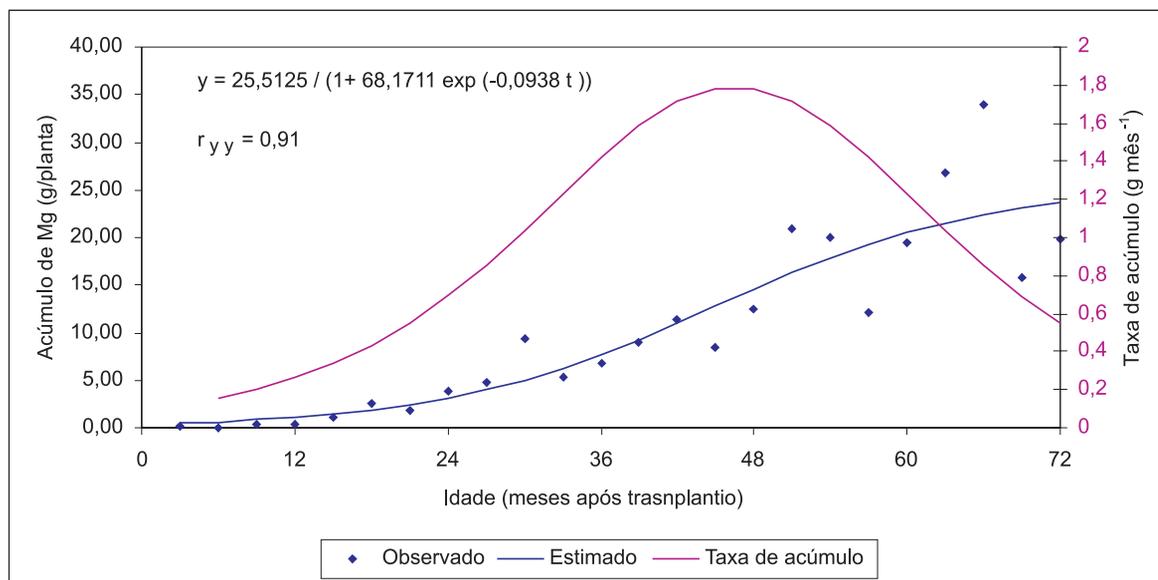


Figura 11. Acúmulo e taxa de acúmulo de S pelo café conilon em função da idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

2.6 FÓSFORO

O fósforo (P) é fundamental como componente dos 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), (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Apresenta alta mobilidade no floema, razão pela qual os sintomas de deficiência se manifestam nas folhas mais velhas que apresentam manchas púrpuras entre as nervuras (Figura 12). Desta forma, sob deficiência de P, o crescimento, o desenvolvimento e a produção do cafeeiro são comprometidos. De fato, este aspecto foi constatado em condições de campo por Bragança et al. (1995a), em que o fornecimento desse nutriente no plantio e na fase de formação do cafeeiro conilon proporcionou acréscimo de 376% na produtividade em relação ao tratamento sem P.

É o macronutriente menos acumulado pelo café conilon, com percentual de 2% do total de macronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 2). Uma planta com seis anos de idade acumula cerca de 14,17 g/planta de P, imobilizando 31,48 kg P ha⁻¹ (Figura 13). Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa total de acúmulo de P aumenta até alcançar 0,99 g mês⁻¹ no 48º mês, diminuindo a seguir (Figura 13). Do total de P acumulado, aproximadamente 4,81 g são alocados no tronco + ramos ortotrópicos, 3,37 g nas folhas, 2,20 g nos frutos, 2,14 g nas raízes e 1,65 g nos frutos, o que corresponde ao acúmulo de 33% no tronco + ramos ortotrópicos, 24% nas folhas, 16% nos frutos, 15% nas raízes e 12% nos ramos plagiotrópicos (BRAGANÇA, 2005). De forma semelhante, Menard e Malavolta (1957) constataram em *Coffea arabica* uma absorção e distribuição alta do P radioativo em 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.



Figura 12. Sintomas de deficiência de P em café conilon.

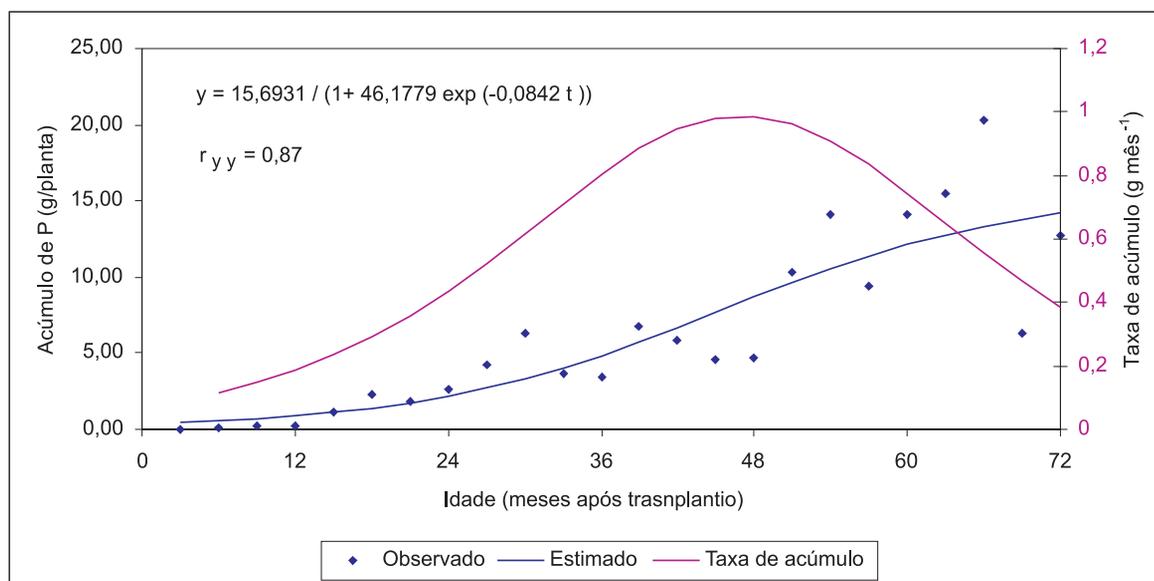


Figura 13. Acúmulo total e taxa de acúmulo de P pelo café conilon, em função da idade.

Fonte: Bragança (2005).

2.7 FERRO

Aproximadamente 80% do ferro (Fe) ocorrem nos cloroplastos, tendo um papel importante na fotossíntese e biossíntese de proteínas e clorofila. É componente de sistemas redox, hemoproteínas, ferrosulfoproteínas, além de outras enzimas menos caracterizadas, como as lipoxigenases e coproporfirinogenio oxidase (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAI; ZEIGER, 2002). Os sintomas de deficiência em café conilon caracterizam-se por clorose nas

folhas jovens, que apresentam um reticulado verde fino de nervuras (Figura 14). Em condição de deficiência severa, ocasionada principalmente pela utilização de doses altas de calcário, pode aparecer clorose generalizada na lavoura (Figura 15).

Dentre os micronutrientes analisados por Bragança (2005), o Fe foi o mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 74% do total (Figura 16). Uma planta com seis anos de idade acumula aproximadamente 4.716,05 mg/planta de Fe, o que equivale a uma imobilização de 10,48 kg ha⁻¹ (Figura 17). Desse total, 3.390,31 mg são alocados nas raízes, 433,81 mg no tronco + ramos ortotrópicos, 370,27 mg nas folhas, 365,59 mg nos frutos e 156,07 mg nos ramos plagiotrópicos, o que corresponde a um acúmulo de 72% nas raízes, 9% no tronco + ramos ortotrópicos, 8% nas folhas e nos frutos e 3% nos ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Fe aumenta até alcançar 108,90 mg mês⁻¹ no 42º mês, diminuindo a seguir (Figura 17).



Figura 14. Sintomas de deficiência de Fe em café conilon.

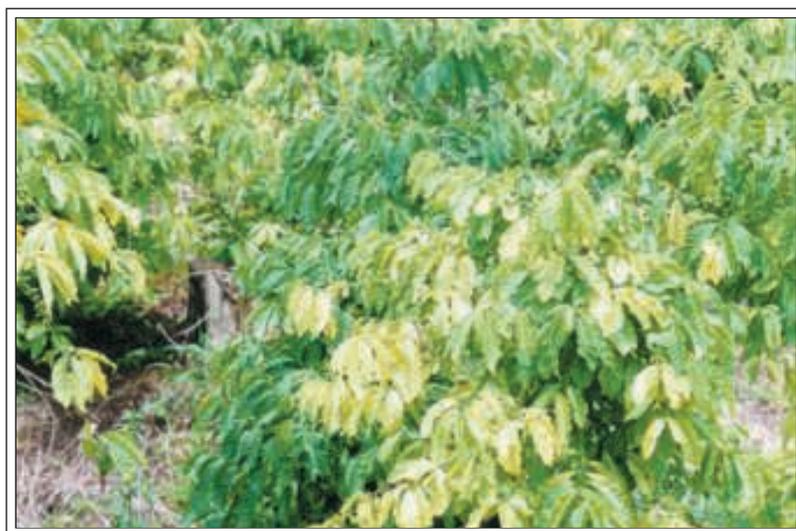


Figura 15. Lavoura de café conilon apresentando deficiência generalizada de Fe.

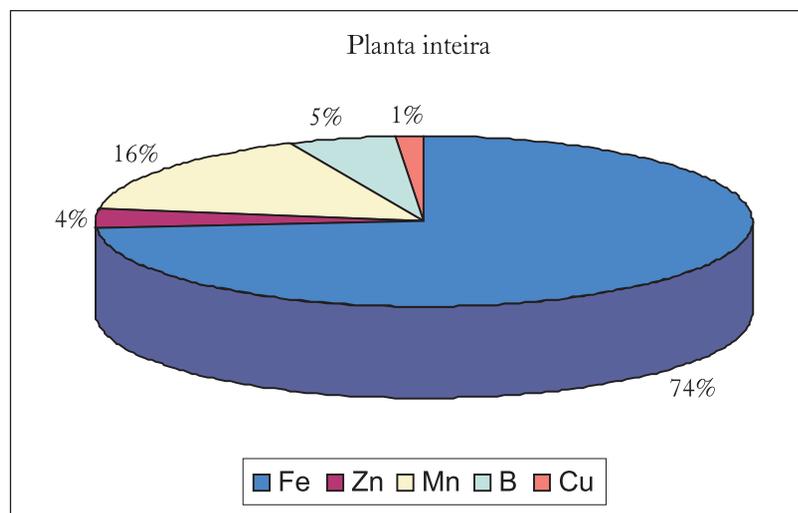


Figura 16. Partição de micronutrientes pelo café conilon aos 72 meses de idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

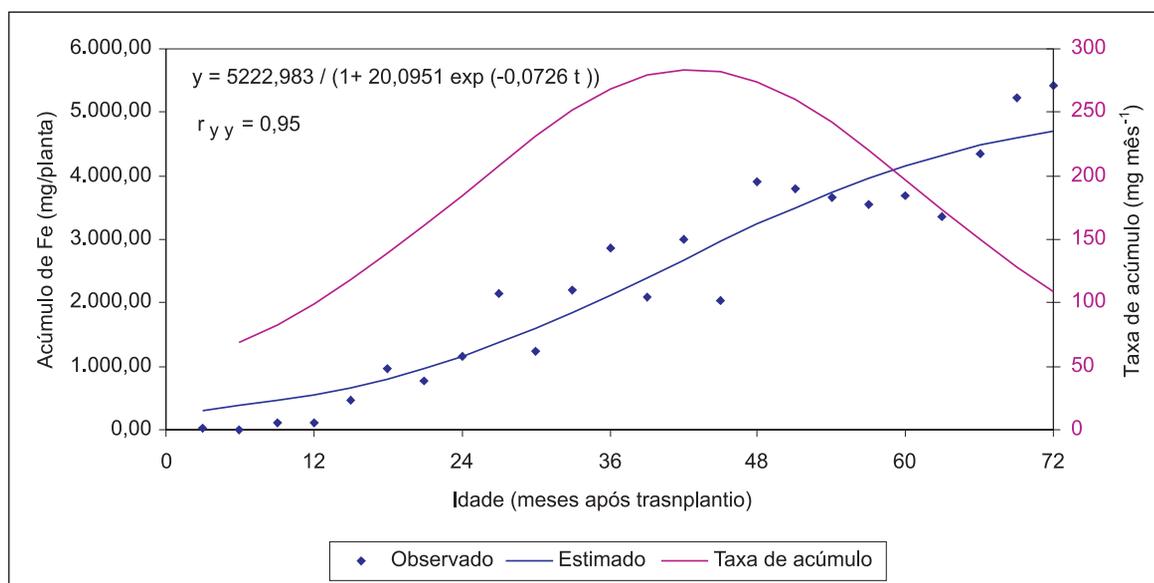


Figura 17. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Fe pelo café conilon em função da idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

2.8 MANGANÊS

Além de ser essencial na síntese de clorofila, na evolução do O_2 durante a fotossíntese e na estrutura lamelar dos tilacóides dos cloroplastos, o manganês (Mn) participa como co-fator de várias enzimas importantes, como peroxidases e algumas ligadas ao metabolismo do C e do N. Sob deficiência, ocorre redução no conteúdo de clorofila e constituintes das membranas do cloroplasto, como fosfolipídeos e glicoproteínas (MARSCHNER; GRUISSSEN; JONES, 1995; BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002).

Em algumas regiões de cultivo do café conilon no Espírito Santo, o Mn tem sido associado

mais à deficiência do que à toxidez, com teores abaixo daqueles considerados adequados para a cultura. Com base no nível crítico e nos resultados das análises foliares de diversas lavouras no norte do Estado, (BRAGANÇA et al., 1989) verificaram que aproximadamente 60% daquelas instaladas sobre Latossolo Amarelo apresentaram-se com teores abaixo de 50 mg kg^{-1} . As instaladas sobre Latossolo Vermelho Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Escuro e Colúvio, os teores mantiveram-se em níveis adequados. Resultados semelhantes foram obtidos utilizando-se o DRIS (BRAGANÇA; COSTA, 1996). Entretanto, em algumas áreas mais localizadas onde houve carvoejamento, Silveira e Carvalho (1989) encontraram deficiência severa de Mn em lavouras de conilon, no norte do Espírito Santo. Além da baixa produtividade e vigor vegetativo, os resultados das análises foliares e do solo revelaram valores de pH acima de 7,5 e 10 mg kg^{-1} de Mn nas folhas. Esses valores estiveram associados a sintomas visuais de deficiência, que iniciaram-se com o aparecimento de uma coloração verde-clara nas regiões internervais das folhas mais novas, progredindo para o amarelecimento de todo o limbo foliar. Observaram que plantas com teores acima de 20 mg kg^{-1} de Mn nas folhas não apresentaram sintomas visuais de deficiência. Constataram elevação dos teores de NPK nas plantas deficientes, que baixaram para níveis adequados após a correção com sulfato de manganês à 1%, via foliar. Após a pulverização, os teores iniciais elevaram-se de 7 para 21 mg kg^{-1} .

Em condições de campo, têm-se observado que os sintomas visuais de deficiência e toxidez de manganês nas folhas são semelhantes, evidenciando a necessidade da utilização da análise foliar como uma importante ferramenta na diagnose nutricional (Figura 18 e 19).

Após o Fe, o Mn é o micronutriente mais acumulado pelo conilon (Figura 16) com um percentual de 16% do total. Uma planta com seis anos de idade acumula cerca $1.018,32 \text{ mg/planta}$ de Fe, o que equivale a uma imobilização de $2,26 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mn (Figura 20). Deste total, $386,55 \text{ mg}$ (38%) são alocados nas folhas, $264,14 \text{ mg}$ (26%) nos ramos plagiotrópicos, $224,37 \text{ mg}$ (22%) no tronco + ramos ortotrópicos, $88,14 \text{ mg}$ (9%) nas raízes e $55,12 \text{ mg}$ (5%) nos frutos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa total de acúmulo de Mn observada para o cafeeiro conilon (Figura 20) aumenta até alcançar $62,55 \text{ mg mês}^{-1}$, no 42º mês, diminuindo em seguida (BRAGANÇA, 2005).



Figura 18. Sintomas de deficiência de Mn ($2,5 \text{ mg kg}^{-1}$) induzida por pH elevado (8,3), em lavouras de café conilon instalado em áreas de carvoejamento, no norte do Espírito Santo.



Figura 19. Lavoura de café conilon apresentando toxidez de Mn (555 mg kg^{-1}) induzida por deficiência de Fe (52 mg kg^{-1}).

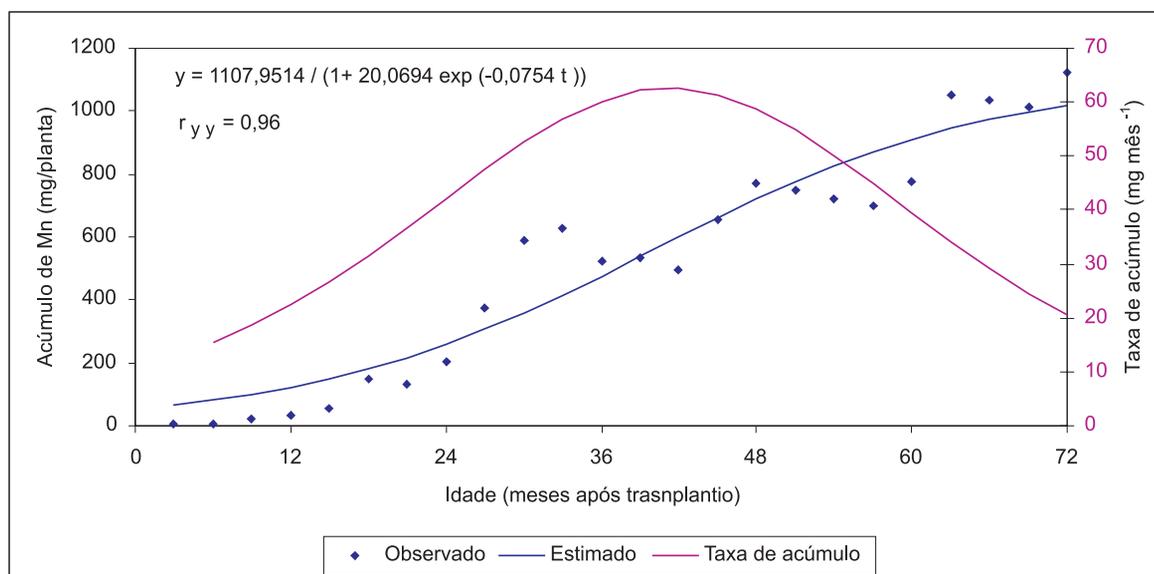


Figura 20. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Mn pelo café conilon em função da idade.

Fonte: BRAGANÇA, 2005.

2.9 BORO

O boro (B) participa do crescimento celular, da biossíntese de componentes da parede celular, do metabolismo de fenóis, dos ácidos nucléicos, dos carboidratos e do AIA, além de conferir estabilidade e estrutura à parede celular (MARSCHNER, 1995; BUCHANAN; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Por ser um elemento imóvel no floema, o sintoma de deficiência manifesta-se nas regiões de crescimento ativo, causando a deformação das folhas que ficam amareladas e retorcidas (Figura 21). Ao lado do Mn e do Zn, é um micronutriente que tem proporcionado respostas significativas, com acréscimos de até 43% na produtividade do café conilon

(BRAGANÇA et al., 1995b), quando fornecido juntamente com os macronutrientes, calcário e matéria orgânica.

Após o Fe e o Mn, o B é o micronutriente mais acumulado pelo café conilon, com um percentual de 5% do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 16). Aos seis anos de idade, a planta acumula 336,39 mg/planta de B, o que equivale a uma imobilização de 0,75 kg ha⁻¹ de B (Figura 22). Deste total, 111,96 g são alocados nas folhas, 103,73 g no tronco + ramos ortotrópicos, 47,53 nas raízes, 36,68 nos frutos e 36,49 nos ramos plagiotrópicos, o que corresponde a um acúmulo de 33% nas folhas, 31% no tronco + ramos ortotrópicos, 14% nos ramos plagiotrópicos, 11% nos frutos e 11% nos ramos plagiotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de B (Figura 22), considerando-se toda a planta, aumenta até alcançar 22,20 mg mês⁻¹, no 39° mês, diminuindo em seguida (BRAGANÇA, 2005).



Figura 21. Sintoma de deficiência de B em café conilon.

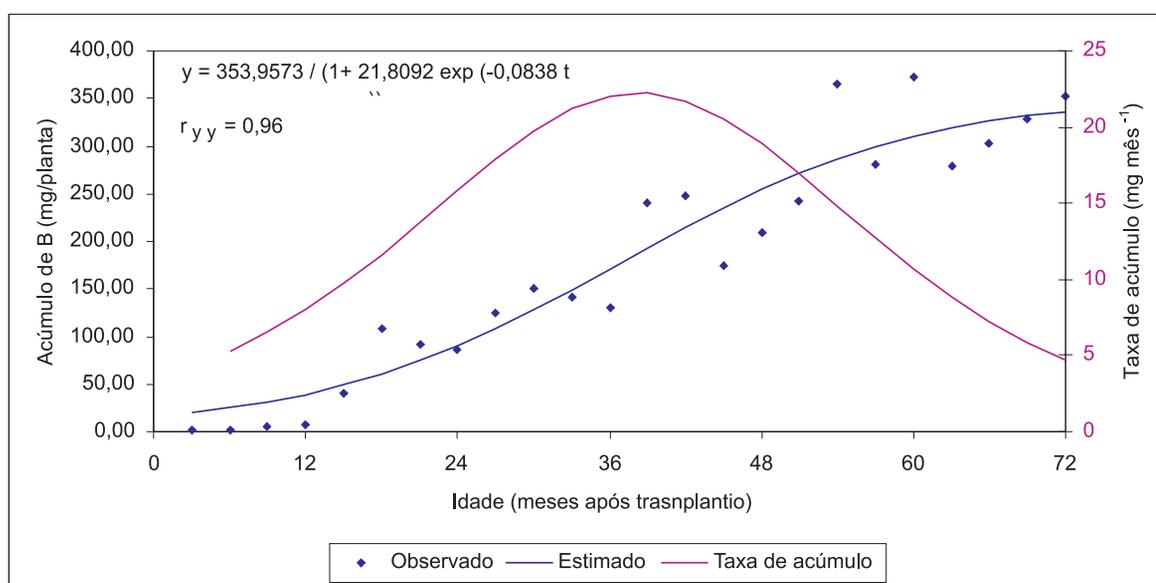


Figura 22. Acúmulo total e taxa de acúmulo de B pelo café conilon em função da idade.

Fonte: Bragança (2005).

2.10 ZINCO

O zinco (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; GRUISSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). Em café conilon, o fornecimento de Zn na cova de plantio aumentou em 50% a produtividade (BRAGANÇA et al., 1995b). O sintoma de deficiência é caracterizado pelo encurtamento dos internódios, com a presença de folhas pequenas e estreitas (Figura 23).

Após o Fe, Mn e B, o Zn, é o micronutriente mais acumulado pelo café conilon, com percentual de 4% do total de micronutrientes distribuídos entre os diversos órgãos (Figura 16). Aos seis anos de idade, a planta acumula 239,96 mg/planta, o que equivale a uma imobilização de 0,53 kg ha⁻¹ de Zn (Figura 24). Deste total, 145,54 mg foram alocados para as raízes, 35,74 mg para os ramos plagiotrópicos, 22,79 mg para os frutos, 20,44 mg para as folhas e 15,45 mg para o tronco + ramos ortotrópicos, o que corresponde a um acúmulo de 61% nas raízes, 15% nos ramos plagiotrópicos, 9% nos frutos e folhas e 6% no tronco + ramos ortotrópicos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Zn (Figura 24), considerando toda a planta, aumenta até alcançar 22,32 mg mês⁻¹, no 33º mês, diminuindo em seguida (BRAGANÇA, 2005).



Figura 23. Sintoma de deficiência de Zn em café conilon.

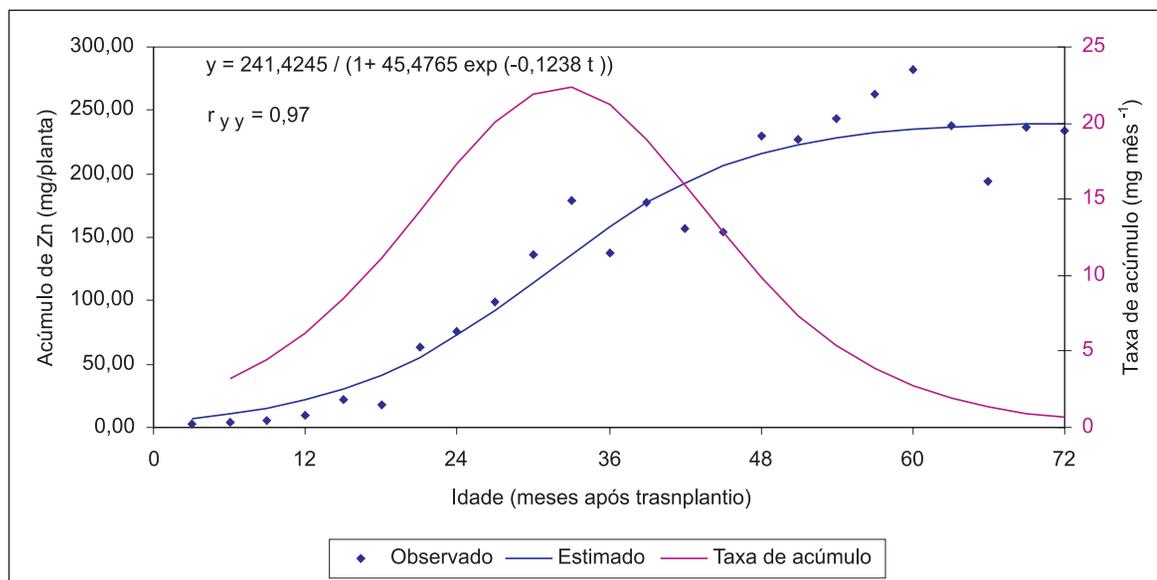


Figura 24. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Zn pelo café conilon, em função da idade.

Fonte: Bragança (2005).

2.11 COBRE

O cobre (Cu) apresenta importante papel no metabolismo de carboidratos, lignificação da parede celular, biossíntese de substâncias envolvidas em processos de resistência 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; GRUISSSEN; JONES, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2002). O sintoma de deficiência se manifesta em folhas novas, que apresentam nervuras secundárias salientes e curvatura das bordas das folhas (Figura 25). Em condições de campo, constatou-se um aumento de 78% na produtividade do café conilon com o fornecimento de Cu (BRAGANÇA, 1985).

Após o Fe, Mn, B e Zn, o Cu é o quinto micronutriente mais acumulado pelo café conilon, com um percentual de 2% do total de micronutrientes distribuídos entre os vários órgãos (Figura 16). Uma planta de seis anos acumula 87,85 mg/planta, o que equivale a uma imobilização de 0,20 kg ha⁻¹ de Cu (Figura 26). Deste total, 32,11 mg foi alocado no tronco + ramos ortotrópicos, 21,68 mg nas folhas, 16,25 mg nas raízes, 16,20 mg nos ramos plagiotrópicos e 1,61 mg nos frutos, o que corresponde a um acúmulo de 37% no tronco + ramos ortotrópicos, 25% nas folhas, 18% nos ramos plagiotrópicos, 18% nas raízes e 3% nos frutos. Em lavouras conduzidas em livre crescimento, a taxa de acúmulo de Cu, considerando toda a planta, aumenta até alcançar 48,06 mg mês⁻¹, no 21º mês, diminuindo em seguida (Figura 26) (BRAGANÇA, 2005).



Figura 25. Sintoma de deficiência de Cu em café conilon.

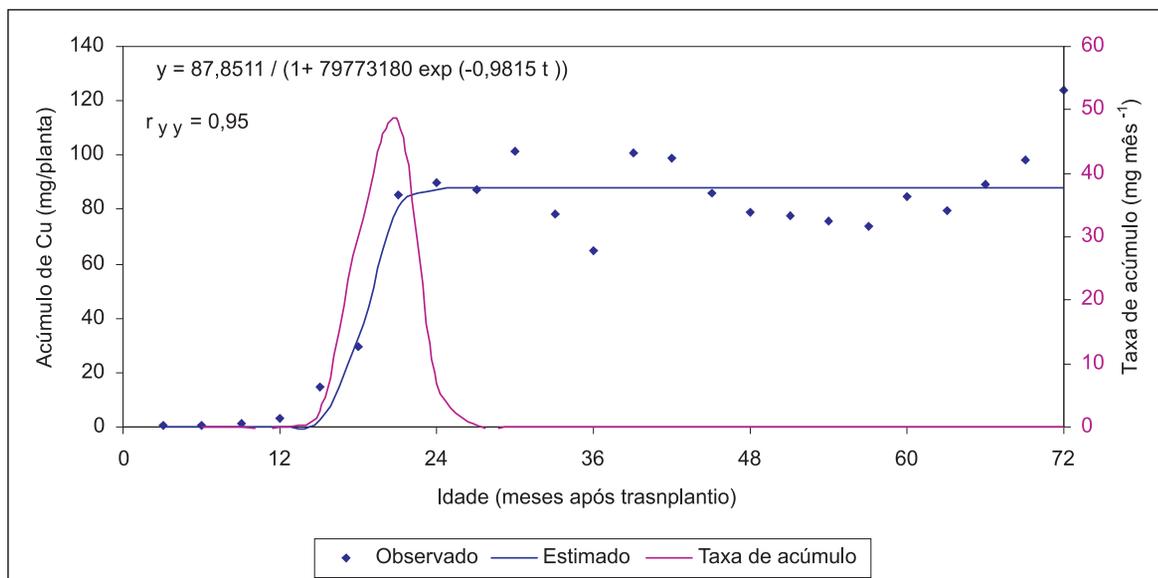


Figura 26. Acúmulo total e taxa de acúmulo de Cu pelo café conilon em função da idade.

Fonte: Bragança (2005).

3. AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRICIONAL

A diagnose nutricional consiste na avaliação do estado nutricional de uma planta tomando-se uma amostra de um tecido vegetal ou do solo e comparando-a com seu padrão, que consiste em uma planta ou solo que apresente todos os nutrientes em concentrações e relações adequadas.

A interpretação do estado nutricional do café conilon com base na análise foliar pode ser realizada utilizando-se o Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), nível crítico e/ou faixa de suficiência.

3.1 DRIS

O Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS) é uma metodologia de interpretação da análise química foliar que, juntamente com outros métodos, serve para avaliar o estado nutricional. O DRIS avalia as interações nutricionais informando a ordem de limitação dos nutrientes tanto por deficiência quanto por excesso, além da intensidade da exigência. Índice DRIS negativo indica que o teor do nutriente está abaixo do desejado, e quanto mais negativo for o índice, mais deficiente está o nutriente; similarmente, índice DRIS positivo indica que o teor do nutriente está acima do desejado, e quanto mais positivo for o índice, mais excessivo está o nutriente em relação ao normal; e índice DRIS igual à zero indica que o teor do nutriente está no valor ótimo.

O DRIS fornece o índice de balanço nutricional (IBN), que corresponde ao somatório dos valores absolutos dos índices DRIS de cada nutriente, permitindo-se comparar o equilíbrio nutricional global da planta. Quanto menor esse somatório absoluto, menor será o desequilíbrio entre os nutrientes da lavoura amostrada. Uma das principais vantagens do DRIS é o fato de minimizar os efeitos de diluição e de concentração dos nutrientes.

No Espírito Santo, a pesquisa com o DRIS-Conilon iniciou-se em 1986, com o trabalho de Bragança e Venegas (1990), objetivando-se avaliar o estado nutricional do café conilon no norte do Estado. Dentro da distribuição espacial do café conilon na região, procedeu-se à estratificação de ambientes levando-se em consideração o relevo e o tipo de solo, obtendo-se, assim, dois grandes ambientes. O primeiro, denominado AMBIENTE I (Barreiras), caracteriza-se por apresentar solos originados de sedimentos de terciário. Nesta região, predomina o Latossolo Amarelo, com relevo variando de plano a suave ondulado. O segundo, denominado AMBIENTE II (Cristalino), é formado principalmente por rochas gnáissicas, cujo relevo varia de ondulado a forte ondulado, e montanhoso, predomina o Latossolo Vermelho Amarelo. Nos dois estratos identificados, foram selecionadas 65 propriedades nos anos agrícolas 86/87, 87/88 e 88/89. Em cada propriedade, foi marcado um talhão com 700 covas, em média, procurando-se manter o máximo de homogeneidade possível para garantir a representatividade das amostras. Em cada talhão, foram amostradas 25 plantas, ao acaso, sendo que de cada planta, no período de rápido crescimento dos frutos (setembro a dezembro), foram coletados quatro pares de folhas do terceiro nó, contados a partir do ápice, na parte mediana do pé de café, nos quatro pontos cardeais. Foram analisadas as concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Mn, B e Cu e avaliada a produtividade de cada talhão. Os dados de produtividade, juntamente com seus respectivos teores foliares de nutrientes, formaram um banco de dados que foi dividido em três grupos: baixa, média e alta produtividade. Foi adotado como grupo de referência lavouras com produtividade superior a 40 sc./ha de café beneficiado. Os resultados obtidos permitiram calcular, numa primeira aproximação, as normas DRIS (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para o conilon (COSTA; BRAGANÇA, 1996).

Posteriormente, com a ampliação do banco de dados por meio de amostragens realizadas nos anos agrícolas 97/98, 98/99 e 99/2000, Costa e Bragança (2000) ajustou as normas DRIS a partir de lavouras comerciais de café conilon com produtividade acima de 60 sc./ha de café beneficiado (Tabela 1).

Tabela 1. Normas DRIS para os nutrientes e suas relações dois a dois em lavouras de café conilon com produtividade superior a 60 sc/ha de café beneficiado

Nutriente ou Relação	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
 adimensional		%
N/P	22,05	4,4191	20,04
N/K	1,77	0,8896	50,23
N/Ca	3,01	1,1581	0,3849
N/Mg	8,87	2,4104	27,17
N/Fe	0,016	0,017	106,55
N/Zn	0,339	0,392	115,37
N/Mn	0,029	0,035	118,40
N/B	0,071	0,038	53,33
N/Cu	0,136	0,079	58,09
P/N	0,047	0,009	18,25
P/K	0,082	0,043	53,03
P/Ca	0,141	0,062	44,23
P/Mg	0,413	0,127	30,85
P/Fe	0,001	0,001	107,76
P/Zn	0,015	0,017	109,36
P/Mn	0,001	0,002	118,23
P/B	0,003	0,002	67,00
P/Cu	0,006	0,004	59,18
K/N	0,637	0,1824	28,59
K/P	13,86	4,1704	30,09
K/Ca	1,986	1,2052	60,69
K/Mg	5,849	2,6123	44,66
K/Fe	0,011	0,012	107,74
K/Zn	0,234	0,3279	139,71
K/Mn	0,021	0,0322	155,14
K/B	0,047	0,0328	70,23
K/Cu	0,086	0,0545	63,16
Ca/N	0,367	0,1042	28,42
Ca/P	8,028	264,04	32,89
Ca/K	0,664	0,4154	62,58
Ca/Mg	3,091	0,7907	25,58
Ca/Fe	0,005	0,0062	110,45
Ca/Zn	0,118	0,1246	105,82
Ca/Mn	0,011	0,0136	126,46
Ca/B	0,024	0,0121	49,47
Ca/Cu	0,050	0,0327	65,15

Continua ...

... Continuação

Nutriente ou Relação	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
 adimensional		%
Mg/N	0,122	0,0385	31,48
Mg/P	2,674	0,9323	34,86
Mg/K	0,231	0,1951	84,36
Mg/Ca	0,345	0,0942	27,27
Mg/Fe	0,002	0,0026	129,24
Mg/Zn	0,041	0,0484	119,63
Mg/Mn	0,004	0,0045	124,70
Mg/B	0,009	0,0060	70,48
Mg/Cu	0,017	0,0119	70,34
Fe/N	100,87	85,4838	8474
Fe/P	2242,14	2069,88	92,32
Fe/K	182,08	180,87	99,34
Fe/Ca	277,43	206,69	74,50
Fe/Mg	863,66	705,49	81,69
Fe/Zn	27,95	24,7374	88,46
Fe/Mn	2,82	4,3472	154,27
Fe/B	6,63	5,8539	88,18
Fe/Cu	13,94	14,3267	102,76
Zn/N	4,91	4,1603	84,71
Zn/P	108,73	101,95	93,76
Zn/K	9,71	17,831	183,66
Zn/Ca	14,24	12,4886	87,66
Zn/Mg	42,70	38,641	90,49
Zn/Fe	0,07	0,0864	119,44
Zn/Mn	0,14	0,2698	196,45
Zn/B	0,35	0,4792	138,26
Zn/Cu	0,58	0,8352	143,20
Mn/N	65,14	47,4568	72,85
Mn/P	1459,88	1166,00	79,87
Mn/K	120,33	117,39	97,56
Mn/Ca	186,13	137,55	73,90
Mn/Mg	574,49	441,02	76,77
Mn/Fe	0,97	0,9545	98,36
Mn/Zn	19,00	20,5321	108,05
Mn/B	4,54	4,0763	89,85
Mn/Cu	8,28	7,7883	94,02
B/N	16,79	6,1730	36,77

Continua ...

...Conclusão

Nutriente ou Relação	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
 adimensional		%
B/P	373,93	164,23	43,92
B/K	30,09	18,776	62,38
B/Ca	47,73	19,506	40,87
B/Mg	146,52	67,20	45,87
B/Fe	0,25	0,323	125,28
B/Zn	5,52	7,123	129,07
B/Mn	0,51	0,695	135,85
B/Cu	231,86	1,782	76,87
Cu/N	137,69	20,258	147,12
Cu/P	298,08	434,24	145,68
Cu/K	24,26	37,67	155,31
Cu/Ca	40,68	56,55	139,03
Cu/Mg	123,18	183,44	148,92
Cu/Fe	0,21	0,3203	150,86
Cu/Zn	304,07	2,5135	82,66
Cu/Mn	46,30	1,4182	306,31

3.2 NÍVEL CRÍTICO E FAIXA DE SUFICIÊNCIA

O nível crítico se refere à concentração do nutriente na matéria seca da planta acima da qual não haverá, ou é pouco provável, resposta à aplicação de nutrientes no solo. Baseia-se na premissa de que existe uma relação direta entre os teores dos nutrientes no tecido das plantas e a sua produção (FONTES, 2001).

Outros autores (ALVAREZ, 1994; MARTINEZ; NEVES; ZABINI, 2003) definem o nível crítico como sendo a concentração do nutriente no tecido da planta associado a 90% da produtividade. Entretanto, salienta-se que há situações em que 10% de redução não é adequado devido ao valor da cultura em relação ao custo do fertilizante, sendo que a mudança no conceito de redução de 10, 5, 1 ou 0,1% implica na necessidade de quantidades maiores de fertilizantes, seguindo-se a lei dos rendimentos decrescentes (FONTES, 2001).

No método da faixa de suficiência, a concentração observada na amostra em teste é comparada com faixas de concentrações consideradas adequadas (Tabela 2). A maior desvantagem do nível crítico é sua inabilidade em relacionar adequadamente a variação na concentração de nutrientes com base na matéria seca e na idade da planta, além da impossibilidade em se determinar o grau da deficiência ou do excesso. Em relação ao nível crítico, a adoção de faixas de suficiência melhora a flexibilidade na diagnose (MARTINEZ; NEVES; ZABINI, 2003).

Tabela 2. Faixa de suficiência e nível crítico de nutrientes em folhas do café conilon

Nutrientes	Faixa da suficiência	Nível crítico ^{1/}
Macronutrientes (dag kg ⁻¹)		
N	2,9 - 3,2	3,0
P	0,12 - 0,16	0,12
K	2,0 - 2,5	2,1
Ca	1,0 - 1,5	1,4
Mg	0,35 - 0,40	0,32
S	0,20 - 0,25	0,24
Micronutrientes (mg kg ⁻¹)		
Fe	120 - 150	131
Zn	10 - 15	12
Mn	60 - 80	69
B	50- 60	48
Cu	10 - 20	11

^{1/}Fonte: Costa e Bragança (2000).

4. FERTIRRIGAÇÃO

Na cafeicultura irrigada, a elevação dos níveis de fertilidade é extremamente importante para aumentar a produtividade e a qualidade da produção agrícola. O uso da irrigação por gotejamento, associado à fertirrigação, é uma prática que vem sendo notadamente adotada pelos cafeicultores que cultivam o conilon no Espírito Santo. Embora venha apresentando resultados promissores em nível de campo, esta prática de manejo ainda tem sido utilizada de forma empírica, devido à inexistência de resultados científicos relacionados à nutrição desta cultura em condições fertirrigadas, principalmente no que se refere a doses e épocas de aplicação.

Na fertirrigação, a água e os nutrientes são aplicados na zona de abrangência das raízes, o que reduz as perdas por lixiviação dos nutrientes, aumenta a eficiência de uso desses nutrientes pela planta, reduz mão-de-obra e o custo com máquinas, além de flexibilizar a época de aplicação, podendo-se fracionar as doses recomendadas conforme a necessidade.

Na literatura, existem informações para a adubação convencional do cafeeiro conilon. Entretanto, em condições de fertirrigação, o comportamento dos nutrientes no solo e sua eficiência de uso pelas plantas são modificados. Trabalhos de pesquisas têm mostrado que, sob condições de fertirrigação, as produtividades podem aumentar com o aumento das doses de nutrientes. Papadoupolos (1999) apresenta comparação entre produtividades com fertirrigação e com adubação tradicional de várias culturas, podendo-se verificar que o uso da fertirrigação proporcionou rendimento superior a 100%.

Com relação à frequência de aplicação das doses de nutrientes (parcelamento), esta deve ser feita de acordo com a marcha de absorção do café conilon nos seus diferentes estádios de desenvolvimento. Desta forma, para efetuar um manejo adequado da fertirrigação, é necessário conhecer como ocorre a distribuição da absorção dos nutrientes durante o ciclo da cultura. De modo geral, Silveira e Carvalho

(1996) observaram que o café conilon irrigado no período de abotoamento à floração apresentou os teores foliares máximos e mínimos de N e K, nos meses de fevereiro e junho, respectivamente. Para o Ca e o P, os teores máximos e mínimos foram observados nos meses de setembro e maio, respectivamente. O teor máximo de Mg foi observado em setembro e mínimo, em março.

4.1 ACÚMULO E TAXA DE ACÚMULO DE NUTRIENTES PELO CAFEIEIRO CONILON

Embora haja um padrão biológico distinto de absorção dos nutrientes pelo cafeeiro em função das fases fenológicas e do tipo de órgão amostrado (CATANI; MORAES, 1958; CATANI et al., 1965; 1967; CORREA; GARCIA; COSTA, 1985; CHAVES; SARRUGE, 1984; SILVEIRA; CARVALHO, 1996; BRAGANÇA, 2005), o acúmulo (quantidade) de nutrientes pelo café conilon é crescente com a idade (Tabela 3), acompanhando a curva de acúmulo da massa seca (Figura 27). Dessa forma, as quantidades de nutrientes a serem fornecidas na forma de fertilizantes devem ser crescentes de acordo com a idade.

Em trabalho desenvolvido por Bragança (2005), constatou-se, em plantas de café conilon manejado sem poda, que as taxas de acúmulo de N, P, K, S, Fe, Zn, Mn, B e Cu começaram a declinar ao redor do terceiro ano de idade, exceção feita para cálcio e magnésio, cujas taxas de acúmulo foram crescentes (Tabela 4). Embora haja aumento crescente da massa seca total até 72 meses de idade e da taxa de crescimento absoluto até 48 meses de idade, a taxa de crescimento relativo da cultura do café conilon, que depende da área foliar útil para a fotossíntese e da taxa de fotossíntese líquida, diminuiu ao longo do ciclo de cultivo, variando de 0,21 kg kg⁻¹ mês⁻¹, no 3º e 6º mês, a 0,03 kg kg⁻¹ mês⁻¹, no 72º mês, indicando diminuição de massa seca por unidade de massa seca contida na planta, no início do experimento (Figuras 27 e 28). Diminuição nos valores da Taxa de Crescimento Relativo (RGR) em função do tempo é comum para algumas espécies, estando relacionados aos decréscimos na taxa assimilatória líquida e na razão de área foliar. Esses resultados evidenciam a necessidade fisiológica da prática da poda do café conilon.

Salienta-se que os resultados referentes às taxas de acúmulo de nutrientes pelo café conilon podem ser utilizados, numa primeira aproximação, como subsídios aos cálculos das doses de adubos para lavouras fertirrigadas.

Tabela 3. Acúmulo estimado de nutrientes pelo café conilon em diferentes épocas após o transplântio^{1/}

Mês Macronutrientes (g) Micronutrientes (mg)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
3	9,24	0,43	5,85	10,97	2,15	0,49	304,37	7,46	65,15	19,71	0,00
6	11,90	0,54	7,74	12,58	2,52	0,64	373,20	10,67	80,49	24,94	0,00
9	15,29	0,69	10,20	14,43	2,94	0,84	456,15	15,17	99,09	31,44	0,01
12	19,57	0,88	13,36	16,54	3,43	1,10	555,42	21,38	121,49	39,43	0,14
15	24,92	1,12	17,38	18,95	4,00	1,44	673,24	29,82	148,20	49,13	2,65
18	31,56	1,41	22,39	21,71	4,66	1,88	811,71	40,96	179,72	60,77	32,6
21	39,67	1,77	28,51	24,86	5,43	2,43	972,58	55,18	216,44	74,49	80,6
24	49,42	2,20	35,80	28,45	6,30	3,12	1156,96	72,54	258,56	90,34	87,4
27	60,93	2,73	44,21	32,55	7,30	3,98	1365,07	92,65	306,06	108,27	87,8
30	74,19	3,34	53,60	37,21	8,45	5,02	1595,93	114,56	358,61	128,03	87,8
33	89,08	4,06	63,66	42,52	9,75	6,25	1847,13	136,88	415,51	149,20	87,8
36	105,31	4,86	74,01	48,55	11,21	7,67	2114,82	158,13	475,70	171,22	87,8
39	122,44	5,74	84,20	55,39	12,86	9,26	2393,79	177,09	537,84	193,42	87,8
42	139,93	6,69	93,83	63,13	14,70	10,98	2677,86	193,05	600,39	215,11	87,8
45	157,16	7,67	102,56	71,87	16,73	12,76	2960,37	205,85	661,76	235,66	87,8
48	173,58	8,66	110,19	81,73	18,97	14,54	3234,79	215,72	720,51	254,57	87,8
51	188,72	9,62	116,66	92,81	21,40	16,26	3495,36	223,09	775,41	271,52	87,8
54	202,27	10,53	121,99	105,23	24,01	17,85	3737,46	228,47	825,58	286,35	87,8
57	214,08	11,37	126,29	119,11	26,81	19,27	3957,92	232,34	870,49	299,05	87,8
60	224,12	12,11	129,70	134,57	29,75	20,50	4155,00	235,09	909,98	309,73	87,8
63	232,50	12,76	132,35	151,70	32,81	21,54	4328,33	237,02	944,13	318,58	87,8
66	239,37	13,32	134,40	170,62	35,96	22,39	4478,56	238,37	973,27	325,82	87,8
69	244,93	13,78	135,97	191,40	39,16	23,09	4607,16	239,31	997,83	331,68	87,8
72	249,38	14,17	137,16	214,10	42,37	23,64	4716,05	239,96	1018,32	336,39	87,8

^{1/} Experimento não-irrigado. Espaçamento: 3,0 x 1,5 m. Produtividade: no 30º mês: 52 sc. benef./ha; 42º mês: 102 sc. benef./ha; 54º mês: 106 sc. benef./ha; 66 mês: 200 sc. benef./ha.

Fonte: Bragança (2005).

Tabela 4. Taxas estimadas de acúmulo de nutrientes pelo café conilon em diferentes épocas após o transplântio^{1/}

Mês Macronutrientes (g.mês ¹) Micronutrientes (mg.mês ¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Mn	B	Cu
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2,67	0,12	1,89	1,61	0,36	0,15	68,83	3,21	15,34	5,24	0,00
9	3,39	0,15	2,46	1,84	0,42	0,20	82,95	4,50	18,60	6,50	0,01
12	4,28	0,19	3,16	2,11	0,49	0,26	99,27	6,22	22,40	7,99	0,14
15	5,36	0,24	4,02	2,41	0,57	0,34	117,82	8,43	26,72	9,71	2,50
18	6,63	0,29	5,01	2,76	0,66	0,43	138,47	11,14	31,52	11,63	29,95
21	8,11	0,36	6,12	3,15	0,76	0,55	160,86	14,22	36,71	13,72	48,06
24	9,75	0,44	7,29	3,59	0,88	0,69	184,38	17,37	42,12	15,86	6,78
27	11,50	0,52	8,42	4,10	1,00	0,86	208,11	20,11	47,51	17,93	0,39
30	13,26	0,62	9,38	4,67	1,14	1,04	230,85	21,91	52,55	19,76	0,02
33	14,89	0,71	10,06	5,31	1,30	1,23	251,20	22,32	56,90	21,17	0,00
36	16,23	0,80	10,35	6,03	1,47	1,42	267,69	21,25	60,19	22,02	0,00
39	17,13	0,89	10,19	6,84	1,65	1,59	278,97	18,96	62,14	22,20	0,00
42	17,48	0,95	9,62	7,74	1,84	1,72	284,07	15,96	62,55	21,69	0,00
45	17,24	0,98	8,73	8,74	2,03	1,78	282,51	12,80	61,38	20,55	0,00
48	16,42	0,99	7,64	9,86	2,23	1,78	274,43	9,86	58,75	18,92	0,00
51	15,14	0,96	6,47	11,08	2,43	1,72	260,57	7,37	54,90	16,95	0,00
54	13,55	0,91	5,33	12,42	2,62	1,59	242,10	5,39	50,17	14,83	0,00
57	11,80	0,83	4,30	13,88	2,79	1,42	220,45	3,87	44,92	12,70	0,00
60	10,04	0,75	3,40	15,45	2,94	1,23	197,09	2,74	39,49	10,68	0,00
63	8,38	0,65	2,66	17,14	3,06	1,04	173,32	1,93	34,16	8,85	0,00
66	6,87	0,56	2,05	18,92	3,15	0,86	150,23	1,35	29,13	7,24	0,00
69	5,56	0,47	1,57	20,78	3,20	0,69	128,60	0,94	24,56	5,86	0,00
72	4,45	0,38	1,19	22,70	3,21	0,55	108,90	0,65	20,49	4,71	0,00

^{1/} Experimento não-irrigado. Espaçamento: 3,0 x 1,5 m. Produtividade: no 30º mês: 52 sc. benef./ha; 42º mês: 102 sc. benef./ha; 54º mês: 106 sc. benef./ha; 66 mês: 200 sc. benef./ha.

Fonte: Bragança (2005).

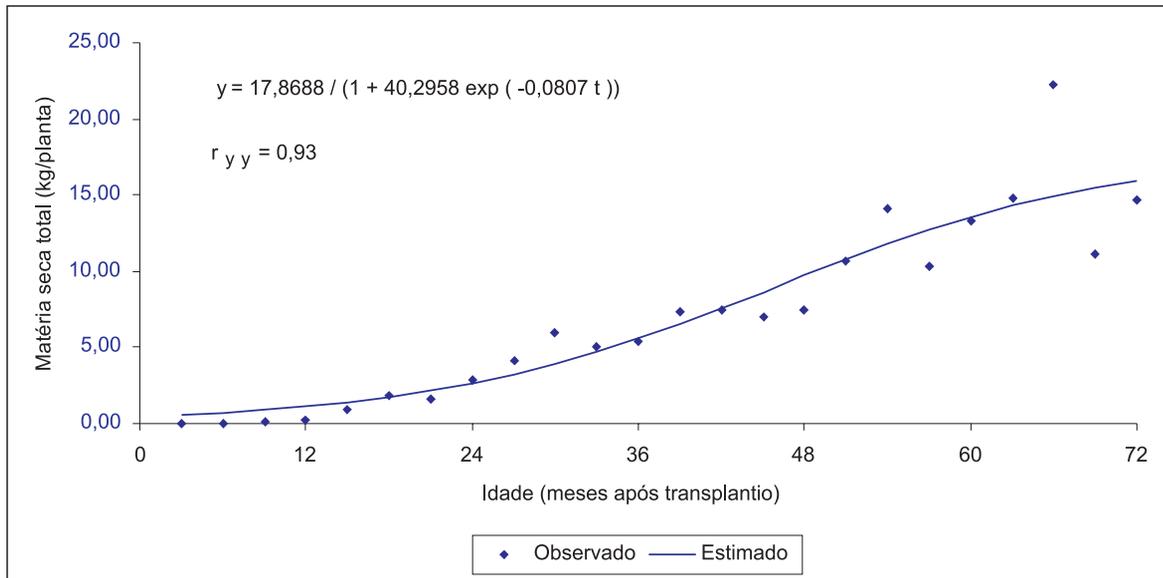


Figura 27. Produção total de matéria seca pelo café conilon do transplântio até 72 meses de idade.

Fonte: Bragança (2005).

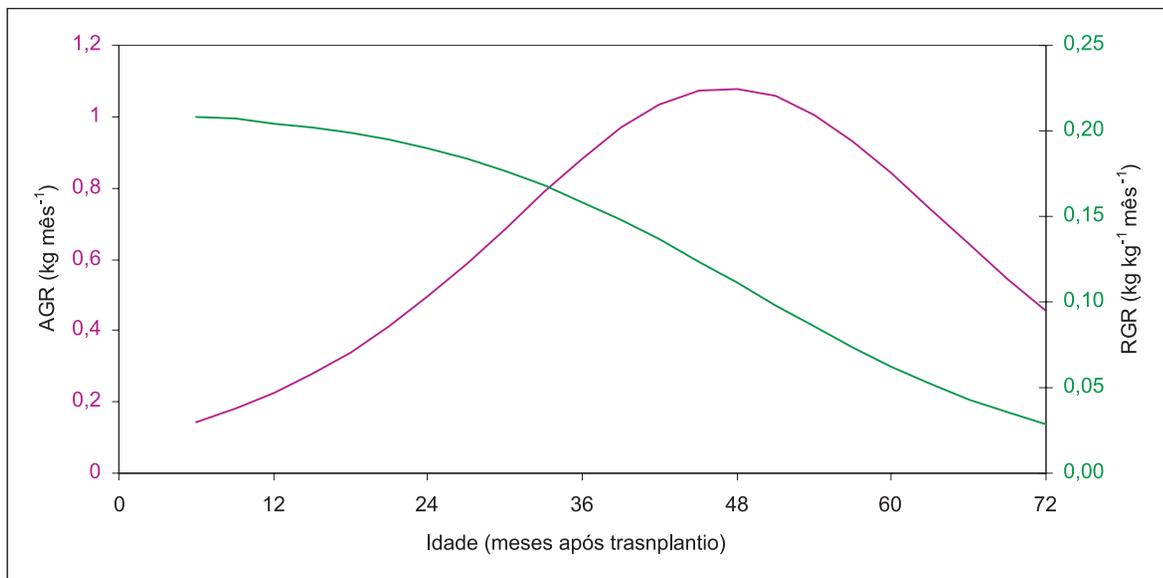


Figura 28. Taxas totais de crescimento absoluto e de crescimento relativo do café conilon.

Fonte: Bragança (2005).

5. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V. V. H. *Avaliação da fertilidade do solo (Superfícies de resposta – modelos aproximativos para expressar a relação fator – resposta)*. 3. ed., Viçosa, MG: UFV, 1994. 75 p. (Boletim, 228).
- BRAGANÇA, J. B. Influência dos micronutrientes cobre e zinco sobre a produtividade do cafeeiro Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambú, MG. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1985. p. 129-130.
- BRAGANÇA, S. M. *Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro Conilon (Coffea canephora Pierre)*. 2005. 99 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; DESSAUNE FILHO, N.; VENEGAS, V.H.A.; LANI, J.A.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M. 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., 1995, Caxambú, MG. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1995a. p. 111-113.
- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, C. H. S. de; DESSAUNE FILHO, N.; VENEGAS, V. H. A.; LANI, J. A.; FONSECA, A. F. A. da; SILVEIRA, J. S. M. Nutrição e adubação do café *Coffea canephora* cv. Conilon, cultivado em latossolo amarelo coeso. II. Zinco-boro-palha de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., 1995, Caxambú, MG. *Resumos...* Rio de Janeiro, IBC/Gerca, 1995b. p. 110-111.
- BRAGANÇA, S. M.; COSTA, A. N. da. Avaliação do estado nutricional do café conilon (*Coffea canephora*) no norte do estado do Espírito Santo, através do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 21., Águas de Lindóia, SP. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1996. p. 104-105.
- BRAGANÇA, S. M.; VENEGAS, V. H. A. *Avaliação do estado nutricional do café conilon (Coffea canephora) no norte do Estado do Espírito Santo, através do Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)*. Vitória, ES: Emcapa, 1990, 12 p. (Emcapa. Pesquisa em andamento, 57).
- BRAGANÇA, S. M.; VENEGAS, V. H. A.; CARVALHO, C. H. S. de; LANI, J. A. Avaliação nutricional do café conilon (*Coffea canephora*) através da análise foliar na região norte do Estado do Espírito Santo – MANGANÊS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá, PR. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1989. p. 112-114.
- BUCHANAN, B. B.; GRUISSSEN, W.; JONES, R. L. *Biochemistry and molecular biology of plants*. Rockville, Maryland: American Society of Plant Physiologists. 2000. 1367 p.
- CARVAJAL, J. F. *Cafeto: cultivo y fertilización*. 2. ed. Instituto Internacional de la Potassa. Berna/Suíza. 1984. 254 p.
- CATANI, R. A.; MORAES, F. R. A. P. Composição química do cafeeiro. *Revista de Agricultura*, v. 33, n. 1, p. 45-52, 1958.
- CATANI, R. A.; PELEGRINO, D.; BERGAMIN FILHO, N.; DA GLORIA, N. A.; GRANER, C.A.F. 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...* Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. 1965. v. 22, p. 81-93.
- CATANI, R. A.; PELEGRINO, D.; BITTENCOURT, V. C.; JACINTO, A. O.; GRANER, C. A. F. A concentração e quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro (*Coffea arabica*) variedade Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade. *Anais...* Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. 1967. v. 24, p. 97-106.
- COSTA, A. N. da; BRAGANÇA, S. M. Normas de referência para o uso do DRIS na avaliação do estado nutricional do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia, SP. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1996. p. 103-104.
- COSTA, A. N. da; BRAGANÇA, S. M. *Software DRIS café*: Sistema integrado de diagnose e recomendação de adubação para o café conilon. Vitória, ES: Incaper, (Incaper. Documentos, 001 CD-ROM), 2000.
- CHAVES, J. C. D.; SARRUGE, J. R. 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, 1984.
- CIETTO, S.; HAAG, H. P. Nutrição Mineral do cafeeiro III. Recrutamento de B, Cu, Fe, Mn e Zn 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 Amarelo, fase cerrado. *Anais...* Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1989. v. 46 (parte 2): p. 403-431.
- CIETTO, S.; HAAG, H. P.; DECHEN, A. R. 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...* Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1991a. v. 48, p. 245-68.
- CIETTO, S.; HAAG, H. P.; DECHEN, A. R. 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...* Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1991b. v. 48, p. 223-244.
- CORREA, J. B.; GARCIA, A. W. R.; COSTA, P. C. de. Extração de nutrientes pelo cafeeiro Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambú, MG. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC, 1985. p. 23-26.
- FONTES, P. C. R. *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 122 p.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. *Physiology of woody plants*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996. 411 p.
- MALAVOLTA, E. Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M. YAMADA, T. (Ed.). *Cultura do cafeeiro*: fatores que afetam

a produtividade. Piracicaba, SP: POTAFÓS, 1986. p.165-274.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINEZ, H. E. P.; NEVES, Y. P.; ZABINI, A. V. Diagnóstico do estado nutricional do cafeeiro. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) *Produção integrada de café*. Viçosa, MG: UFV, 2003. Cap. 13, p. 397-441.

MENARD, L. N.; MALAVOLTA, E. Absorção e distribuição do fósforo radioativo no cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Caturra, K.M.C.). *Boletim da superintendência dos serviços do Café*, São Paulo: v. 32, n. 366, p. 7-14, 1957.

PAPADOPOULOS, I. Fertirrigação: Situação atual e perspectivas para o futuro. In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.). *Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças*. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 11-154.

RENA, A. B.; CARVALHO, C. H. S. Causas abióticas da seca de ramos e morte de raízes em Café. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) *Produção integrada de café*. Viçosa, MG: UFV, 2003. Cap. 7, p. 197-222.

SILVEIRA, J. S. M.; CARVALHO, C. H. S. (1989). Deficiência de manganês em café Conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá, PR. *Resumos...* Rio de Janeiro: IBC/Gerca, p. 204-205.

TAIZ, L. E.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 3. ed. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates, Inc., Publishers. (2002) 690 p.