

ACÚMULO DE MASSA SECA, N, P E K EM DIFERENTES MATERIAIS GENÉTICOS DE CAFÉ CONILON

Luiz Carlos Prezotti¹, Scheilla Marina Bragança²

Recebido: 11 de maio de 2012; aceito: 3 de setembro de 2012)

RESUMO: Objetivando ampliar a base de conhecimento relativo à nutrição do café conilon, desenvolveu-se este trabalho que visou determinar o acúmulo de matéria seca e dos nutrientes N, P e K em diferentes materiais genéticos de café conilon. Os genótipos utilizados para o estudo foram: EMCAPER 8151 (cultivar de propagação por semente), lançado com o nome de Robusta Tropical (RT) e os clones 02, 03, 14, 23 e 120. Após o plantio e durante os primeiros cinco anos, foram realizadas coletas mensais de plantas inteiras, sendo essas divididas em folhas, ramos, caule, raiz e frutos, para determinação da matéria seca e dos teores de nutrientes. Com base na produção de matéria seca e nos teores de nutrientes foi estimado o conteúdo de nutrientes, em cada parte da planta em função da idade. Os clones 02 e 23 produziram a maior quantidade de massa seca de folhas, sendo o clone 23, o que apresentou maior acúmulo de massa seca da parte vegetativa. A maior produção de massa seca de frutos foi a do clone 02, seguido do clone 120. As proporções das médias de massa seca de folha, ramo, caule, raiz e fruto dos materiais genéticos avaliados foram de 19%, 12%, 42%, 15% e 12%, respectivamente. Os teores de N, P e K, em todas as partes das plantas, declinaram com o passar dos meses após a floração. O clone 23 apresentou a maior taxa de acúmulo de N (0,09298 g planta⁻¹ dia⁻¹) e o clone 14 apresentou a menor taxa de acúmulo de N (0,04696 g planta⁻¹ dia⁻¹). O clone 02 apresentou a maior taxa de acúmulo de P (0,01483 g planta⁻¹ dia⁻¹) e o Robusta Tropical apresentou a maior taxa de acúmulo de K (0,04919 g planta⁻¹ dia⁻¹). O conteúdo de nutrientes acumulados nas diversas partes das plantas dos materiais genéticos é atribuído, sobretudo, mais às diferenças de produção de massa seca do que às diferenças dos teores de nutrientes.

Termos para indexação: Nutrição, adubação, *Coffea canephora*, robusta.

ACCUMULATION OF DRY MASS, N, P AND K IN DIFFERENT GENETIC SOURCES OF CONILON COFFEE

ABSTRACT: To expand the knowledge base concerning nutrition of conilon coffee, this work was developed to determine the dry mass and macro and micronutrient accumulation of different genetic sources of conilon coffee. The genetic sources used for the study were: EMCAPER 8151 (a cultivar propagated by seed) and clones 02, 03, 14, 23 and 120. During the first five years after planting, entire plants of each genetic material were collected monthly, divided into parts (leaves, branches, stem, root, and fruit), and the amount of dry matter (biomass) and the nutrient content were determined. On the basis of these data the nutrient content in each part of the plants as a function of age was estimated. The 02 and 23 clones produced the largest amount of dry mass of leaves, and clone 23 showed greater accumulation of dry mass of vegetative part. The largest fruit dry mass production was the clone 02, followed by clone 120. The ratios of the averages of the dry mass of leaf, twig, stem, root and fruit of genetic material were 19%, 12%, 42%, 15% and 12%, respectively. Contents of N, P and K in all parts of the plants declines over the months after flowering. Clone 23 showed the highest rate of accumulation of N (0.09298 g⁻¹ plant⁻¹ day⁻¹) and clone 14 presented the lower rate of accumulation (0.04696 g plant⁻¹ day⁻¹). Clone 02 showed the highest rate of accumulation of P (0.01483 g plant⁻¹ day⁻¹) and the EMCAPER 8151 showed the highest rate of accumulation of K (0.04919 g plant⁻¹ day⁻¹). The accumulated nutrients content in various parts of plants genetic material is attributed mainly to differences in dry mass production than to differences in nutrient levels.

Index terms: Nutrition, fertilization, *Coffea canephora*, robusta.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro produtor mundial de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, depois do Vietnã e da Indonésia, sendo que cerca de 30% de todo o café brasileiro é dessa espécie. O estado do Espírito Santo é o principal produtor da espécie, contribuindo com 70% da produção nacional da espécie, seguido por Rondônia, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso e Rio de Janeiro.

A adoção de tecnologias pelos agricultores, tais como variedades melhoradas, utilização

da poda programada por ciclo, realização da análise do solo e foliar, entre outras, contribuíram significativamente para o aumento da produtividade que, no estado do Espírito Santo, passou de 9,20 sc ha⁻¹ de café beneficiado em 1993 para 30,33 sc ha⁻¹ em 2011 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2011), representando um acréscimo de 230 %.

Entretanto, há grande carência de informações referentes à nutrição mineral desses novos materiais genéticos que, devido ao seu alto potencial de produção, demandam uma quantidade

¹Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural/INCAPER - Rua Afonso Sarlo, 160 - Bento Ferreira - Vitória - ES - 29.052-010 - prezotti@incaper.es.gov.br

²Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural/INCAPER - Rua Afonso Sarlo, 160 - Bento Ferreira - Vitória - ES - 29.052-010 - bragancasm@incaper.es.gov.br

maior de nutrientes, quando comparados aos materiais anteriormente cultivados.

Estudos sobre a análise de crescimento, utilizando-se dados de acúmulo de matéria seca, permitem descrever o padrão de crescimento da cultura ou de parte dela, possibilitando comparações entre situações distintas, que podem ser aplicadas às mais diversas modalidades de estudos (HUNT, 1990).

O crescimento do cafeeiro é influenciado por vários fatores, destacando-se os genéticos e os edafoclimáticos. Sua análise tem sido objeto de vários estudos, notadamente para o *Coffea arabica* L., cujos resultados têm evidenciado que essa espécie possui características próprias que a diferencia daquelas de ciclo anual. De acordo com Kozłowski e Pallardy (1996), um aspecto importante da natureza e periodicidade de crescimento em árvores de zonas temperadas e tropicais é que o aumento inicial em tamanho ou peso de matéria seca das plantas, órgãos ou tecidos é aproximadamente linear. Contudo, vários mecanismos internos de controle do crescimento induzem a uma modificação dessa relação que pode, em um período maior, ser descrita de forma mais adequada por uma curva sigmoideal. Como o cafeeiro é considerado uma árvore (MAESTRI; BARROS, 1977), espera-se que suas estruturas vegetativas e reprodutivas assumam esse padrão de crescimento com o aumento da idade.

Em trabalho realizado por Bragança (2005) e Bragança et al. (2010), o cafeeiro conilon propagado por semente apresentou padrão sigmoideal de crescimento até os seis anos de idade, com acumulação crescente de massa de matéria seca. Houve declínio da taxa de crescimento absoluto, após 48 meses de idade. O acúmulo de nutrientes apresentou comportamento similar ao acúmulo de matéria seca, ou seja, ocorreu aumento progressivo em suas quantidades, em função da idade da planta.

As plantas possuem características inerentes à espécie que as diferenciam nas quantidades de nutrientes absorvidos e acumulados nos seus diferentes órgãos. Segundo Larcher (2000), a eficiência de absorção de nutrientes pela raiz e a “preferência” por determinado elemento são características determinadas geneticamente.

Além da espécie e do genótipo, as quantidades de nutrientes acumuladas variam com o local, época do ano, idade, órgãos e tecidos da planta. De acordo com Kozłowski e Pallardy (1996), a partição destes nutrientes dentro de uma árvore, como o cafeeiro, depende da distribuição

de matéria seca e dos teores de nutrientes nos diferentes órgãos e tecidos.

Visando ampliar a base de conhecimento relativo à nutrição do café conilon foi proposto este trabalho, objetivando-se determinar o acúmulo de massa seca e de N, P e K, por diferentes materiais genéticos de café conilon.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Município de Sooretama-ES, a uma altitude de 150 m, Latitude de 19°06'37.4”s e Longitude 40°04'47.9”w (Datum WGS 84), em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo com as seguintes características químicas: pH = 5,1; P = 6 mg dm⁻¹; K = 67 mg dm⁻¹; Ca = 2,3 cmol_c dm⁻¹; Mg = 0,7 cmol_c dm⁻¹; Al = 0,9 cmol_c dm⁻¹; T = 7,5 cmol_c dm⁻¹; V = 38 %. O município é caracterizado como úmido no período de novembro a fevereiro; parcialmente úmido em março, abril e outubro e seco de maio a setembro. A média anual das temperaturas máximas é de 33,5 °C e das mínimas de 13,9 °C (FEITOSA et al., 1999).

Os materiais genéticos de café conilon selecionados para esse estudo foram: EMCAPER 8151 (cultivar de propagação por semente), lançado com o nome de Robusta Tropical (RT), e os clones 02, 03, 14, 23 e 120, pertencentes à cultivar Vitória (Incaper 8142). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 60 tratamentos (época de amostragem) e três repetições. As mudas foram plantadas no espaçamento de 3,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas. As adubações foram realizadas, com base na análise do solo, seguindo-se as recomendações contidas em Prezotti et al. (2007).

Mensalmente, tomou-se aleatoriamente uma planta, cujas vizinhas não tivessem sido removidas em amostragens anteriores. As plantas foram coletadas inteiras, incluindo-se as raízes. Para isso, foram abertas trincheiras, com enxadão, ao seu redor, sendo a remoção completada com jatos d'água. Os órgãos das plantas foram separados em folhas, ramos, caule, raiz e frutos.

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 seca e sua moagem em moinho tipo Wiley, com peneira de malha 0,85 mm (20 mesh) para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, segundo metodologia descrita em

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2009).

A relação parte aérea/raiz foi obtida pela divisão da matéria seca das partes vegetativas dos diferentes materiais genéticos (folha + ramos + caule) pela matéria seca de raiz. Com base na produção de massa seca e nos teores dos elementos, foi estimado o conteúdo de cada nutriente nas diversas partes das plantas, em função da idade, multiplicando-se os teores pelos respectivos valores 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 matemáticos de regressão e as suas significâncias foram testadas ao nível de 5% e 1% de probabilidade. A variável independente foi a idade da planta, expressa em dias após o plantio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os materiais genéticos avaliados, os clones 02 e 23 apresentaram maior produção de massa seca de folhas, sendo o clone 23, o que apresentou maior acúmulo de massa seca da parte vegetativa, equivalendo a, aproximadamente, o dobro da produzida pelo clone 14, que apresentou o menor acúmulo (Tabela 1). Mesmo com as diferenças de produção de massa seca entre os clones 14 e 23, não houve diferença significativa na produção de massa seca de frutos. A maior produção de massa seca de frutos foi do clone 02, seguido do clone 120. A produção de massa seca de frutos do Robusta Tropical (RT), mesmo sendo um material oriundo de semente, apenas se

diferenciou do clone 02, não havendo diferença significativa com a produção dos demais clones. A maior produção de massa seca de raiz foi a do clone 23, seguido do RT e do Clone 02, sendo essa uma característica importante para avaliação da bienalidade e da resistência à seca. Não houve diferença significativa da relação parte aérea/raiz entre os materiais genéticos avaliados. Ressalta-se que essa variável foi a que apresentou o maior coeficiente de variação (20,3%).

Com base na média da massa seca de folha, ramo, caule, raiz e fruto dos materiais genéticos avaliados, foram obtidas as seguintes proporções: 19%, 12%, 42%, 15% e 12%, respectivamente. Avaliando o crescimento de plantas de café conilon propagadas por semente, Bragança et al. (2010) obtiveram as seguintes proporções: 17%, 12%, 46%, 17% e 8%, respectivamente. Comparando-se esses valores, observa-se que os materiais genéticos avaliados neste trabalho apresentam maior proporção de massa seca de folha e fruto e menor proporção de massa seca de caule e raiz. Essas variações ocorrem principalmente em razão das diferenças ambientais, conforme relatado por Kozłowski e Pallardy (1996).

Considerando-se o período de crescimento das plantas de café conilon do plantio até o 6º ano de idade, o acúmulo de massa seca segue o modelo sigmoidal, com menores taxas de crescimento até o 1º ano e após o 5º ano. As maiores taxas de crescimento ocorrem no período compreendido entre o 1º e 5º ano, conforme observado por Bragança et al. (2010).

Para a determinação da taxa de acúmulo de massa seca dos materiais genéticos avaliados foram ajustados os modelos lineares, considerando-se

TABELA 1 – Massa seca das partes da planta e relação parte aérea/raiz dos materiais genéticos de café conilon.

Material Genético	Folha (F)	Ramo (R)	Caule (C)	Raiz (RZ)	Fruto	Parte vegetativa (F+R+C+RZ)	Parte aérea/raiz
----- g planta ⁻¹ -----							
RT	2.105 bc	1.437 a	5.675 ab	2.029 a	1.312 b	11.246 b	4,5 a
02	2.384 ab	1.498 a	4.986 abc	1.782 ab	1.869 a	10.650 bc	5,0 a
03	2.130 bc	1.434 a	4.493 bc	1.403 bc	1.164 b	9.460 cd	5,7 a
14	1.611 c	1.216 a	2.483 d	1.044 c	1.160 b	6.354 e	5,1 a
23	2.754 a	1.632 a	6.138 a	2.392 a	1.288 b	12.916 a	4,4 a
120	1.910 bc	1.192 a	4.019 c	1.251 bc	1.492 ab	8.372 d	5,7 a
CV(%)	14,9	16,6	14,3	19,6	16,9	8,4	20,3

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

o período compreendido entre 365 dias (1 ano) e 1.825 dias (5 anos) após o plantio (Tabela 2). A partir do 5º ano, inicia-se a poda das hastes das plantas e, pelo processo da mineralização, os nutrientes nela contidos são disponibilizados no solo e poderão ser novamente absorvidos para compor os tecidos das plantas. Assim, com a ciclagem de nutrientes do material podado, a demanda de nutrientes pela planta passa a ocorrer, principalmente, para a produção de frutos.

As equações de regressão apresentam declividades variadas, indicando as diferentes taxas de acúmulo de massa seca vegetativa entre os materiais genéticos (Tabela 2). O clone 23 foi o que apresentou a maior taxa de acúmulo (6,2530 g planta⁻¹ dia⁻¹) e o clone 14 o apresentou a menor taxa de acúmulo (2,9005 g planta⁻¹ dia⁻¹).

TABELA 2 – Massa seca (MS) da parte vegetativa dos materiais genéticos de café conilon, no período compreendido entre 375 dias e 1.825 dias após o plantio (DAP)

Material Genético	Equação	R ²
RT	MS = -799,413 + 5,4606 DAP	0,914**
02	MS = -921,345 + 5,2679 DAP	0,963**
03	MS = -582,762 + 4,4945 DAP	0,967**
14	MS = -208,755 + 2,9005 DAP	0,961**
23	MS = -906,670 + 6,2530 DAP	0,974**
120	MS = -140,376 + 3,8286 DAP	0,949**

Não houve diferença significativa do teor de N no ramo, caule e raiz entre os materiais genéticos avaliados (Tabela 3). O clone 23 apresentou o menor teor de N na folha, não diferindo da variedade Robusta Tropical (RT). No fruto, os maiores teores foram observados no clone 14 e 120, não diferindo do clone 23.

Com base nos teores médios de N entre os materiais avaliados, os maiores teores foram observados nas folhas e o menor teor no caule, não havendo diferença significativa dos teores de N no caule e na raiz. O P e K apresentam-se em maiores teores nos frutos e em menores teores no caule e na raiz.

As folhas são consideradas centro das atividades metabólicas da planta e possuem a maior proporção de células vivas e, por essa razão, tendem a apresentar os maiores teores de nutrientes

em função dos processos de transpiração e fotossíntese (KOZLOWSKI; PALLARDY, 1996).

Por outro lado, os ramos e, principalmente, o tronco, apresentam grande quantidade de células que já perderam o seu protoplasto. Esse fato, aliado à maior quantidade de massa seca das partes do cafeeiro que já apresentam crescimento secundário, faz com que os teores de nutrientes sejam menores.

De modo geral, as folhas e os frutos apresentaram variação pronunciada nos teores de N, P e K enquanto nos ramos, no tronco e nas raízes esse comportamento foi menos pronunciado. Resultados semelhantes foram observados por Bragança et al. (2010), Catani et al. (1965) e Catani e Moraes (1958).

Os teores de nutrientes nas diversas partes da planta em função dos meses após a floração são apresentados nas Figuras de 1 a 16. Somente são apresentados os modelos com nível de significância acima de 5% de probabilidade. Houve declínio dos teores de N, P e K com o passar dos meses após a floração. Esse fato pode ser atribuído à realocação dos nutrientes das partes vegetativas das plantas para a produção de frutos. Por sua vez, o declínio dos teores de nutrientes nos frutos, provavelmente, deve-se ao efeito de diluição em razão da produção de biomassa de frutos ser superior à velocidade de translocação dos nutrientes.

Segundo Rena e Carvalho (2003), 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 totalmente muito antes do amadurecimento dos frutos.

Ao estudarem a variação nos teores de nutrientes no cafeeiro, durante um período de 12 meses, Carvajal, Acevedo e López (1969) verificaram que a absorção do NO³⁻ ocorre em maior quantidade durante curtos períodos antes da floração, no período de crescimento e início da maturação, diminuindo na floração e depois da colheita. Para o K, a maior taxa de absorção ocorre imediatamente depois da colheita e diminui, notavelmente, durante a floração, aumentando depois dessa.

Estudando os teores de macronutrientes nas folhas e frutos do cafeeiro *Coffea arabica* cv. Catuaí Amarelo IAC 39, durante um ciclo reprodutivo, Chaves e Sarruge (1984), observaram que os teores de todos os elementos nos frutos foram mais elevados nos estádios iniciais de crescimento, exceção para o enxofre. Os teores de N, P e K reduziram-se, atingindo valores abaixo daqueles considerados adequados.

TABELA 3 – Teor de N, P e K em partes da planta dos materiais genéticos de café conilon.

Material Genético	Parte da planta				
	Folha	Ramo	Caule	Raiz	Fruto
Teor de N					
----- mg kg ⁻¹ -----					
RT	2,74 ab	1,89 a	1,09 a	1,62 a	2,52 b
02	2,75 a	1,65 a	1,07 a	1,60 a	2,49 b
03	2,75 a	1,61 a	1,10 a	1,63 a	2,50 b
14	2,78 a	1,63 a	1,07 a	1,63 a	2,65 a
23	2,68 b	1,53 a	1,09 a	1,73 a	2,58 ab
120	2,80 a	1,60 a	1,08 a	1,66 a	2,64 a
Média	2,75 A	1,65 C	1,08 D	1,65 C	2,56 B
Teor de P					
RT	0,14 a	0,12 bc	0,09 bc	0,09 a	0,17 a
02	0,13 ab	0,12 bc	0,09 bc	0,09 a	0,16 a
03	0,14 a	0,13 a	0,11 a	0,10 a	0,17 a
14	0,13 ab	0,12 bc	0,09 bc	0,09 a	0,16 a
23	0,13 ab	0,13 a	0,11 a	0,09 a	0,18 a
120	0,12 c	0,11 c	0,08 c	0,07 a	0,17 a
Média	0,13 B	0,12 B	0,10 C	0,09 C	0,17 A
Teor de K					
RT	2,23 c	1,52 bc	1,06 a	1,11 a	2,70 a
02	2,08 d	1,48 c	1,06 a	1,04 a	2,74 a
03	2,36 b	1,50 bc	1,07 a	1,08 a	2,69 a
14	2,47 a	1,65 a	1,06 a	1,03 a	2,77 a
23	2,23 c	1,61 ab	1,13 a	1,01 a	2,78 a
120	2,23 c	1,55 abc	1,10 a	1,07 a	2,68 a
Média	2,27 B	1,55 C	1,08 D	1,06 D	2,73 A

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

Além dos aspectos relacionados à relação fonte/dreno, o comportamento sazonal observado para o N e o K, nas folhas, provavelmente, esteja associado à periodicidade de crescimento que o cafeeiro apresenta. De acordo com Barros e Maestri (1972), os fatores determinantes desse ritmo biológico parecem estar mais associados às condições climáticas do que às condições intrínsecas à própria planta. Uma redução no

fotoperíodo, talvez leve a planta a um estado de reduzida atividade vegetativa, sendo que outros fatores climáticos como regimes de chuvas podem estar envolvidos. A redução da taxa de crescimento associada à mobilização de nutrientes para a formação dos frutos faz com que haja diminuição dos teores foliares de nutrientes considerados móveis no floema, como o N e o K.

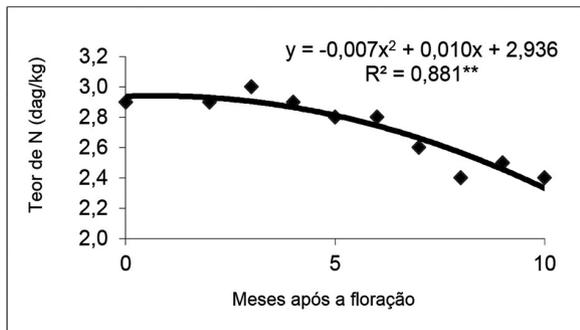


FIGURA 1 – Teor de nitrogênio na folha de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

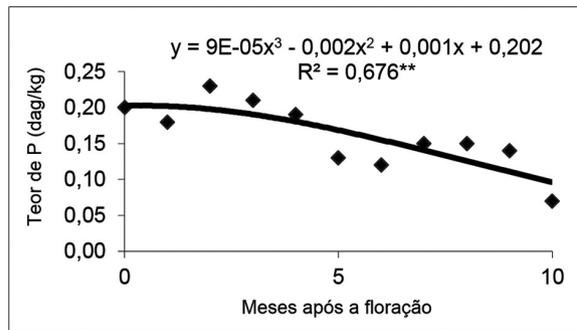


FIGURA 5 – Teor de Fósforo em ramos de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

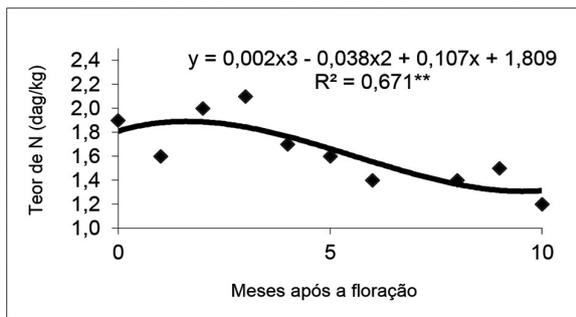


FIGURA 2 – Teor de nitrogênio na raiz de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

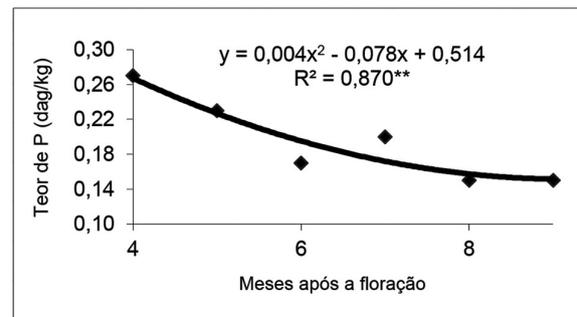


FIGURA 6 – Teor de Fósforo nos frutos de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

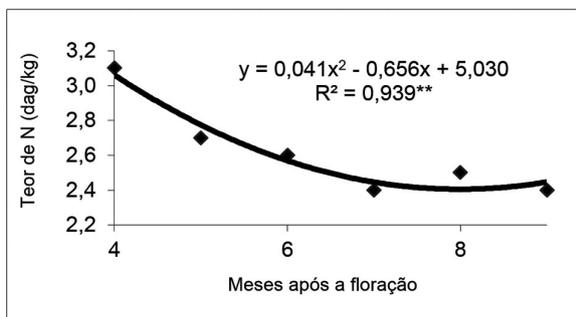


FIGURA 3 – Teor de nitrogênio nos frutos de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

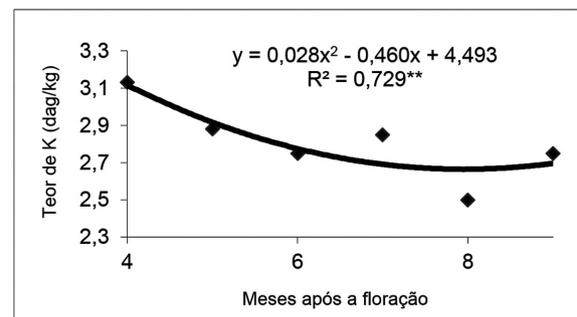


FIGURA 7 – Teor de potássio nos frutos de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

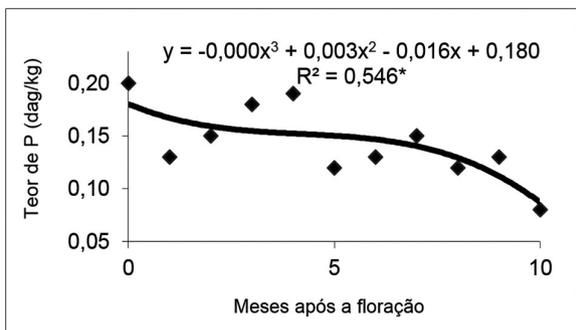


FIGURA 4 – Teor de Fósforo em folhas de café conilon Robusta Tropical, em função dos meses após a floração.

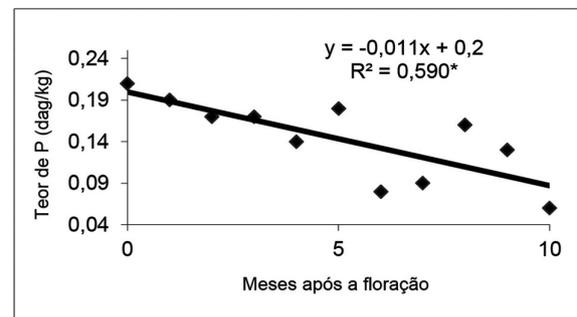


FIGURA 8 – Teor de fósforo nos ramos de café conilon Clone 02, em função dos meses após a floração.

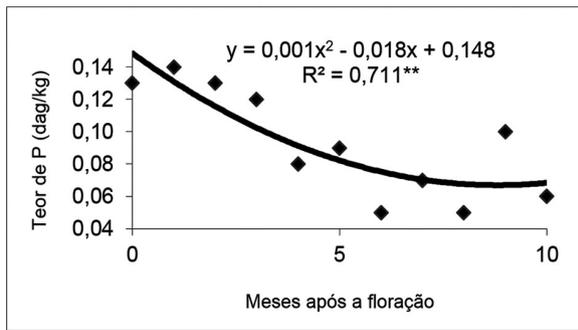


FIGURA 9 – Teor de fósforo no caule de plantas de café conilon Clone 02, em função dos meses após a floração.

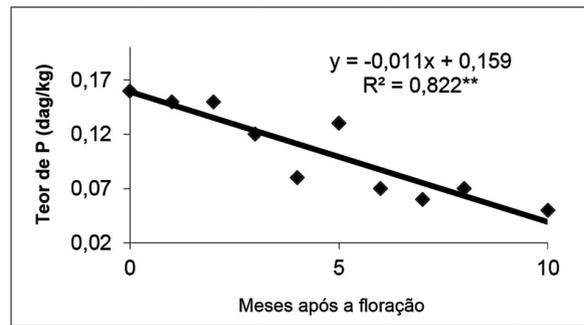


FIGURA 13 – Teor de fósforo na raiz de plantas de café conilon Clone 03, em função dos meses após a floração.

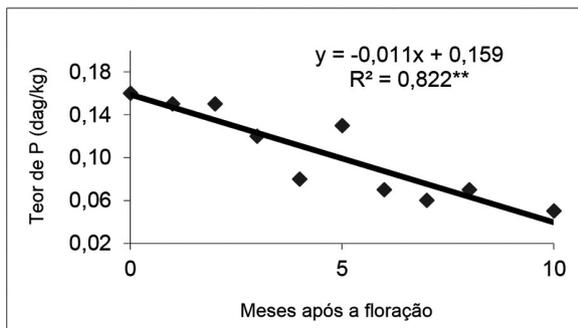


FIGURA 10 – Teor de fósforo na raiz de plantas de café conilon Clone 02, em função dos meses após a floração.

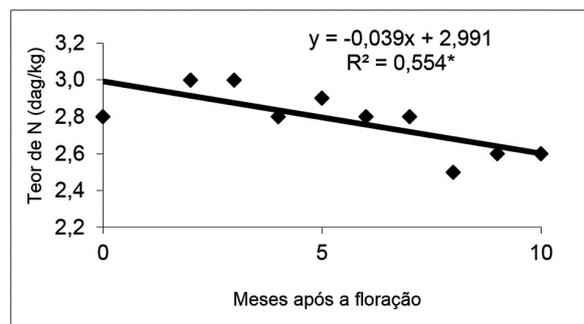


FIGURA 14 – Teor de nitrogênio na folha de café conilon clone 120, em função dos meses após a floração.

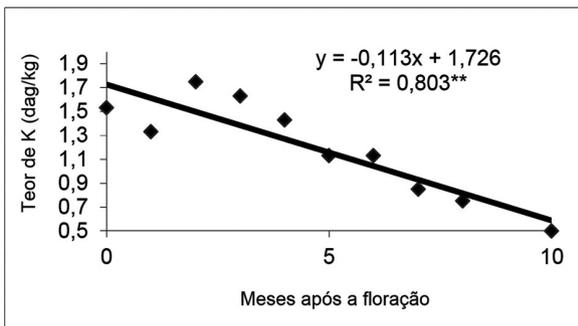


FIGURA 11 – Teor de potássio na raiz de plantas de café conilon Clone 02, em função dos meses após a floração.

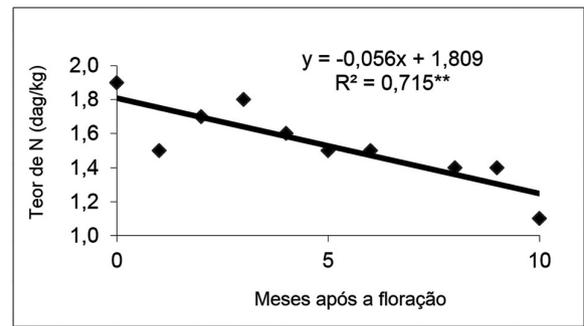


FIGURA 15 – Teor de nitrogênio na raiz de café conilon clone 120, em função dos meses após a floração.

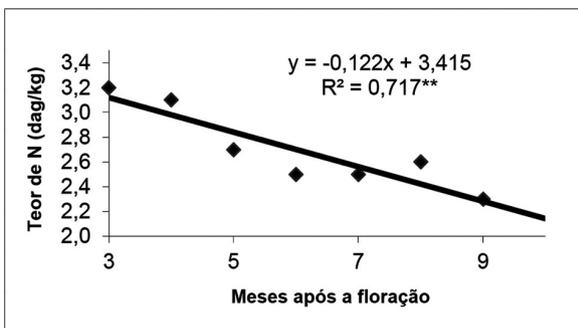


FIGURA 12 – Teor de nitrogênio em frutos de café conilon Clone 03, em função dos meses após a floração.

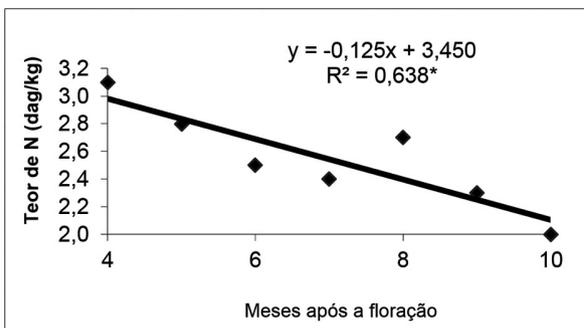


FIGURA 16 – Teor de nitrogênio nos frutos de café conilon clone 120, em função dos meses após a floração.

As declividades das equações apresentadas na Tabela 4 indicam a taxa de acúmulo de N, P e K na massa seca da parte vegetativa (folha, ramo, caule e raiz) dos materiais genéticos avaliados. O clone 23 apresentou a maior taxa de acúmulo de N ($0,09298 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), e o clone 14 a menor taxa ($0,04696 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$).

A maior taxa de acúmulo de P foi a do clone 02 ($0,01483 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e de K foi a do RT ($0,04919 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). A menor taxa de acúmulo de P e K foi a do clone 14 ($0,003735 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e $0,01087 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, respectivamente).

Com base nas equações de regressão apresentadas na Tabela 4, foi estimado o conteúdo de N, P e K na massa seca da parte vegetativa dos materiais genéticos avaliados (Tabela 5). Em razão da pequena variação dos teores de nutrientes entre os materiais genéticos, apresentados na Tabela 3,

a variação do conteúdo de nutriente acumulado pode ser atribuída, principalmente, à variação da produção de massa seca dos materiais genéticos.

O conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte vegetativa das plantas em função da idade, apresentado na Tabela 5, possibilita a estimativa da quantidade de nutrientes a ser disponibilizada à planta por meio de adubações, para que ela tenha pleno desenvolvimento e atinja a produtividade potencial esperada. Como exemplo, a quantidade de N absorvida pelo clone 02 até ao final do 1º ano foi de $20,2 \text{ g planta}^{-1}$. No período compreendido entre o 1º ano e o 2º ano, a quantidade de N absorvida pode ser calculada pela diferença entre o conteúdo no final do 2º ano e o conteúdo no final do 1º ano, isto é, $43 - 20,2 = 22,8 \text{ g de N planta}^{-1}$. Nessa fase, as plantas demandam nutrientes principalmente para a formação da massa vegetativa.

TABELA 4 – Conteúdo de N, P e K (g planta^{-1}) na massa seca da parte vegetativa (folha, ramo, caule e raiz) dos materiais genéticos de café conilon, em função do número de dias após o plantio (DAP).

Material Genético	Equação	R ²
RT	$N = -6,5924 + 0,08159 \text{ DAP}$	0,891**
02	$N = -8,9117 + 0,07980 \text{ DAP}$	0,953**
03	$N = -3,5789 + 0,06922 \text{ DAP}$	0,957**
14	$N = -0,5583 + 0,04696 \text{ DAP}$	0,951**
23	$N = -6,3762 + 0,09298 \text{ DAP}$	0,952**
120	$N = -3,2225 + 0,05837 \text{ DAP}$	0,929**
RT	$P = -0,8256 + 0,006725 \text{ DAP}$	0,913**
02	$P = -3,0784 + 0,01483 \text{ DAP}$	0,901**
03	$P = -0,6220 + 0,006014 \text{ DAP}$	0,968**
14	$P = -0,2213 + 0,003735 \text{ DAP}$	0,964**
23	$P = -0,9606 + 0,008092 \text{ DAP}$	0,961**
120	$P = -0,0320 + 0,003907 \text{ DAP}$	0,931**
RT	$K = 1,9578 + 0,04919 \text{ DAP}$	0,824**
02	$K = -2,0544 + 0,01723 \text{ DAP}$	0,952**
03	$K = -0,9660 + 0,01582 \text{ DAP}$	0,952**
14	$K = -0,1967 + 0,01087 \text{ DAP}$	0,954**
23	$K = -1,6483 + 0,01213 \text{ DAP}$	0,951**
120	$K = 0,5276 + 0,01346 \text{ DAP}$	0,931**

TABELA 5 – Conteúdo de nutrientes na massa seca da parte vegetativa (folhas + ramos + caule + raiz) de plantas dos materiais genéticos de café conilon, em função da idade.

Elemento	Ano	Material Genético					
		RT	02	03	14	23	120
----- g planta ⁻¹ -----							
N	1	23,2	20,2	21,7	16,6	27,6	18,1
	2	46,4	43,0	41,4	30,0	54,1	34,7
	3	73,0	68,9	63,9	45,2	84,3	53,7
	4	99,5	94,8	86,4	60,5	114,5	72,7
	5	126,0	120,8	108,9	75,8	144,7	91,6
	6	172,1	165,9	148,0	102,3	197,3	124,6
P	1	1,6	2,3	1,6	1,1	2,0	1,4
	2	3,5	6,6	3,3	2,2	4,3	2,5
	3	5,7	11,4	5,2	3,4	6,9	3,8
	4	7,9	16,2	7,2	4,6	9,6	5,0
	5	10,1	21,0	9,2	5,8	12,2	6,3
	6	13,9	29,4	12,5	8,0	16,8	8,5
K	1	19,9	4,2	4,8	3,8	2,8	5,4
	2	33,9	9,1	9,3	6,9	6,2	9,3
	3	49,9	14,7	14,5	10,4	10,2	13,7
	4	65,9	20,3	19,6	13,9	14,1	18,0
	5	81,9	25,9	24,7	17,5	18,1	22,4
	6	109,7	35,7	33,7	23,6	24,9	30,0

A partir do 2º ano, deve-se somar também as quantidades de nutrientes necessários para a formação dos frutos, conforme a produtividade potencial da cultura (Tabela 6). Esses valores foram estimados com base na produção de frutos (produtividade em sacas beneficiadas por hectare) e nos teores médios de nutrientes determinados na massa seca de frutos dos diferentes materiais genéticos de café conilon.

Tomando-se como exemplo uma lavoura de café conilon com o clone 02 com 3 anos de idade, a necessidade de N para a produção da parte vegetativa será de 25,9 g de N planta⁻¹. Supondo que a produtividade estimada desta lavoura seja de 80 sc ha⁻¹, a quantidade de N alocada nos frutos será de 30,98 g de N planta⁻¹. Portanto, a quantidade de N acumulada é de 56,88 g planta⁻¹ de N (25,9 +

30,98). Considerando-se uma densidade de 3.300 plantas ha⁻¹, serão necessários 187,7 kg de N ha⁻¹. Ressalta-se que esta é a quantidade de N a ser absorvida pelas plantas. Entretanto, para o cálculo da quantidade de fertilizante a ser aplicada ao solo, deve ser considerada a taxa de recuperação de cada nutriente pelas plantas, a qual considera as perdas por lixiviação, volatilização ou fixação pelas argilas.

Para o caso da aplicação do fertilizante nitrogenado via solo (sistema convencional), considerando-se uma taxa de recuperação de N média de 70%, a quantidade a ser aplicada deverá ser de 268,14 kg/ha de N, valor estimado pela divisão do N alocado na biomassa total da planta e a taxa de recuperação de N pela planta (187,7/0,7).

TABELA 6 – Conteúdo de N, P e K em frutos de café conilon, em função da produtividade.

Produtividade	Conteúdo no Fruto ^{1/}		
	N	P	K
sc beneficiadas ha ⁻¹	----- g planta ⁻¹ -----		
20	7,74	0,60	9,06
40	15,49	1,19	18,12
60	23,23	1,79	27,18
80	30,98	2,38	36,24
100	38,72	2,98	45,30
120	46,46	3,57	54,36
140	54,21	4,17	63,42
160	61,95	4,77	72,48
180	69,69	5,36	81,54
200	77,44	5,96	90,61

^{1/} Média entre os diversos materiais genéticos.

Para o caso do fornecimento de nitrogênio via fertirrigação, onde a eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas é maior do que quando aplicada ao solo via adubação convencional, a quantidade de fertilizantes poderá ser reduzida. Considerando-se uma média de 90% da taxa de recuperação de N, a quantidade a ser disponibilizada para as plantas será de 208,5 kg/ha de N (187,7/0,9).

Os cálculos citados acima são realizados para a fertilização de culturas até o 5º ano de idade, fase em que se inicia o sistema de podas, em que os ramos velhos são cortados para a produção de novos ramos. A partir dessa fase, parte-se do princípio que a reciclagem dos nutrientes disponibilizados pela biomassa do material podado seja suficiente para a nova produção da biomassa vegetativa. Portanto, os cálculos de fertilização é, a partir dessa fase são realizados com base na produção potencial de grãos, isso na quantidade de nutrientes necessários para a produção da biomassa dos frutos.

Cálculos semelhantes podem ser realizados para os demais nutrientes, sendo necessário maior número de trabalhos científicos de avaliação da taxa de recuperação de nutrientes, pelas plantas.

4 CONCLUSÕES

1) Os clones 02 e 23 produziram a maior quantidade de massa seca de folhas, sendo o clone 23, o que apresentou maior acúmulo de massa seca da parte vegetativa.

2) A maior produção de massa seca de frutos foi do clone 02, seguido do clone 120.

3) A maior produção de massa seca de raiz foi a do clone 23, seguido do RT e do Clone 02.

4) As proporções das médias de massa seca de folha, ramo, caule, raiz e fruto dos materiais genéticos avaliados foi de 19%, 12%, 42%, 15% e 12%, respectivamente.

5) Os teores de N, P e K em todas as partes das plantas declinaram com o passar dos meses após a floração.

6) O conteúdo de nutrientes, acumulados nas diversas partes das plantas dos materiais genéticos é atribuído, sobretudo mais às diferenças de produção de biomassa do que às diferenças dos teores de nutrientes.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo financiamento do trabalho, aos técnicos do Incaper José Luiz Tofano, Paulo Sérgio Volpi, Abraão Carlos Verdin Filho e Maria do Socorro R. da S. F. Leite, pelo auxílio na obtenção dos dados.

6 REFERÊNCIAS

BARROS, R. S.; MAESTRI, M. Periodicidade de crescimento em café. *Ceres*, Viçosa, v. 19, n. 106, p. 424-448, 1972.

BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre)**. 2005. 99 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

BRAGANÇA, S. M. et al. Acumulação de matéria seca pelo cafeeiro conilon. *Ceres*, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 48-52, jan./fev. 2010.

- CARVAJAL, J. F.; ACEVEDO, A.; LÓPEZ, C. A. Nutrient uptake by the coffee tree during a yearly cycle. **Turrialba**, San José, v. 19, n. 1, p. 13-20, 1969.
- CATANI, R. A. et al. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro (*Coffea arabica*) variedade Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy aos dez anos de idade. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz**, Piracicaba, v. 22, p. 81-93, 1965.
- CATANI, R. A.; MORAES, F. R. A. P. Composição química do cafeeiro. **Revista de Agricultura**, Recife, v. 33, n. 1, p. 45-52, 1958.
- 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. 427-432, abr. 1984.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café, terceira estimativa, setembro/2011**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_09_13_12_12_02_boletim_cafe_-_setembro_-_2011.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, 2009. 627 p.
- FEITOSA, L. R. et al. **Mapa das unidades naturais do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA, 1999. 1 Mapa. Escala 1:400:000.
- HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990. 112 p.
- KOZLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of wood plants**. 2nd ed. San Diego: Academic, 1996. 411 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.
- MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Coffee. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic, 1977. p. 249-278.
- PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.
- 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. p. 197-222.
- RIBEIRO, J. I. J. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa, MG: FUNARBE, 2001. 301 p.