

IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO DO CAFFEIRO EM FUNÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA ⁽¹⁾

Felipe Santinato⁽²⁾; Roberto Santinato⁽³⁾; Heitor Cantarella⁽⁴⁾; Victor Afonso Reis Gonçalves⁽⁵⁾; Enrique Arceda⁽⁶⁾

¹ Trabalho sem financiado externo

² Pesquisador, Dr., Pós Doutorando IAC, Campinas, SP, fpsantinato@hotmail.com

³ Pesquisador autônomo Santinato & Santinato Cafés, Campinas, SP, fpsantinato@hotmail.com

⁴ Pesquisador, PhD, Diretor do Centro de Solos e Recursos Ambientais, IAC, Campinas, SP, cantarella@iac.gov.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestrando, UFV, Rio Paranaíba, MG, victorafonso@hotmail.com

⁶ Engenheiro Agrônomo, Mestrando, UFV, Rio Paranaíba, MG, enriquearceda@hotmail.com

RESUMO: As recomendações de adubação devem levar em considerando as exigências nutricionais da planta, baseadas em estudos de composição química. O café no Brasil é cultivado em regiões muito diferentes, recebendo influências notórias do clima e sistema de irrigação. Diante disto, o presente estudo buscou quantificar a composição química do cafeeiro para subsidiar recomendações de adubação em três localidades no Brasil. Os estudos foram realizados em Carmo do Paranaíba, MG, Luís Eduardo Magalhães, BA e Luiziana, GO, coletando plantas inteiras de café (cinco repetições), em 30 avaliações, ao longo de 90 meses, em intervalos de 3 meses. As plantas foram segmentadas em raízes, tronco, caule, folhas e frutos, e tiveram sua composição química mensurada. Os cafeeiros em regiões quente/irrigadas crescem de 38 a 64% a mais que nas frias, exigindo maiores quantidades de nutrientes, que devem ser aplicados conforme a exigência do dreno vegetação e frutificação de forma independente, priorizando adubações antecipadas, para privilegiar o dreno vegetação buscando a manutenção do crescimento das plantas, aumento de produtividades e redução da bionalidade.

PALAVRAS-CHAVE: Extração de nutrientes; Balanço nutricional; Marcha de absorção de nutrientes

CHEMICAL COMPOSITION OF COFFE AND FERTILIZATION RECOMMENDATIONS TO ADULT PLANTS

ABSTRACT: Fertilizer recommendations should take into account the nutritional requirements of the plant based on chemical composition studies. Coffee in Brazil is grown in very different regions, receiving notorious influences of the climate and irrigation systems. Given this, the present study aimed to quantify the chemical composition of coffee plants to support fertilization recommendations in three locations in Brazil. The studies were carried out in Carmo do Paranaíba, MG, Luís Eduardo Magalhães, BA, and Luiziana, GO, collecting whole coffee plants (five replications), in 30 evaluations, over 90 months, at 3-month intervals. The plants were segmented into roots, trunk, stem, leaves and fruits, and had their chemical composition measured. Coffee plants in hot/irrigated regions grow from 38 to 64% more than in the cold ones, requiring larger amounts of nutrients, which should be applied according to the requirement of vegetation drainage and fruiting independently, prioritizing early fertilization, to favor vegetation drainage, seeking to maintain plant growth, increase productivity and reduce the biennial yield cycles.

KEY WORDS: nutrient extraction; nutrient export, nutrient balance, nutrient accumulation.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro arábica é cultivado no Brasil nos estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Bahia, Goiás e Espírito Santo, em altitudes de 550 a 1600 m, em solos em variadas texturas, declividades de 1 a 50°, climas Cwa, Aw e Cwb, com ou sem irrigação, em espaçamentos, adensados, médios e largos, com populações de plantas de 1.000 a 10.000 plantas ha⁻¹, e com vários sistemas de condução de lavouras de acordo com o nível técnico da região (MATIELLO et al., 2015). Dessa forma existe uma enorme variabilidade de tipos de cafeeiculturas que interferem no crescimento, desenvolvimento e produtividade das plantas.

A composição química das plantas e/ou frutos de café foi amplamente estudada ao longo do último século (CATANI & MORAES, 1958; ARZOLAA, 1963; MALAVOLTA & GRANNER, 1963; MORAES & CATANI, 1964; MULLER, 1966; CATANI et al., 1967; CORREA, 1996). Porém todos esses trabalhos foram realizados individualmente em apenas uma região, sem comparação entre localidades. As plantas são altamente influenciadas pelas condições climáticas, bem como seus frutos (LARCHER, 2004), podendo haver variações no crescimento, matéria seca e, conseqüentemente na extração de nutriente. Carvalho et al., (2010) estudaram o crescimento e produtividade de cultivares de café em quatro regiões de Minas Gerais, observando notórias diferenças, devido principalmente às condições climáticas, que podem influenciar na composição mineral das plantas, visto que a temperatura possui influência direta nos processos metabólicos LARCHER (2004).

A importância da segmentação das exigências nutricionais para vegetação e frutificação já era apontada por Dafert em 1929: “o problema da adubação é basear-se na composição da cinza do grão de café” “A estrumação dos cafezais não é estrumação dos grãos, mas sim de toda árvore”. Diante disso objetivou-se no presente trabalho quantificar a composição

química do cafeeiro, ao longo de 8,5 anos, segmentando-o em raízes, caule, ramos, folhas e frutos, em três localidades, irrigadas e sequeiro, de clima quente e frio a fim de subsidiar as adubações com base em suas exigências.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi instalado em três regiões brasileiras produtoras de café. Escolheu-se os municípios de Carmo do Paranaíba, MG, Luiziana, GO e Luis Eduardo Magalhães, BA. Os cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, foram plantados no espaçamento de 4.0 m entre linhas e 0.5 m entre plantas (5,000 plantas h^{-1}) no mês de dezembro de 1999. A cada três meses cinco plantas de café eram removidas do solo por inteiro, fazendo-se trincheiras em seu perímetro, que depois eram encharcadas, de forma que as raízes se desprendiam do solo totalmente com o mínimo possível de destruição do material. O tamanho das trincheiras aumentou com o tempo para acompanhar o crescimento da planta.

Ao longo dos 90 meses de condução do estudo, em cada localidade foram removidas 150 plantas (30 observações x 5 plantas), totalizando 450 cafeeiros removidos, que tiveram suas partes constituintes separadas em raízes, tronco, ramos, folhas e frutos. De posse das plantas também fez-se as avaliações biométricas utilizando trena, paquímetro e recipientes graduados. Foram avaliados: altura das plantas, diâmetro do caule, número de ramos e internódios, número de folhas e área foliar, volume da raiz e comprimento da raiz.

Cada parte constituinte da planta teve o peso verde mensurado. Uma porção uniforme de 0.5 kg de cada parte da planta foi levada para a estufa de circulação forçada para secagem. Os teores totais de macro e micronutrientes e relações C/N, C/P e C/S foram determinados. De posse dos teores e da matéria seca foi possível calcular a composição química de cada parte constituindo do cafeeiro.

Pela diferença de composição química de um ano para o outro foi possível verificar o incremento anual de material seco e nutrientes do cafeeiro. Fez-se isso quando a lavoura já estava adulta (2ª safra, 42 meses), em março, mês de maior acúmulo de matéria seca no ano.

Durante os 90 meses de condução das áreas foram utilizados no total 2,644, 3,476 e 3,482 $kg\ ha^{-1}$ de N nas áreas de CP, LEM e LU, respectivamente, dos quais 250, 350 e 350 $kg\ ha^{-1}$ de N foram aplicados na fase de formação (0 a 30 meses), respectivamente para CP, LEM e LU, nas adubações iniciais de 1, 2 e 3 meses (ano zero) e 12, 13 e 14 meses (ano um). As doses utilizadas seguiram recomendações de Santinato & Fernandes, 2008. As adubações referentes as 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª e 6ª safras tiveram as doses de 366, 390, 372, 552, 324 e 390 $kg\ ha^{-1}$ de N na localidade de CP, 570, 516, 636, 498, 372 e 534 $kg\ ha^{-1}$ na localidade de LEM, e 570, 528, 564, 606, 324 e 540 $kg\ ha^{-1}$ na localidade de LU, e foram recomendadas conforme a produção esperada seguindo as fórmulas propostas por Santinato & Fernandes et al., 2008. Todas as adubações foram realizadas sempre durante o período chuvoso de novembro a março em Carmo do Paranaíba, MG e de agosto a julho em Luis Eduardo Magalhães, BA e Luiziana, GO, por serem áreas irrigadas via pivô. Nestes, as adubações foram concentradas em 60% no verão, de novembro a fevereiro, utilizando como fonte a ureia convencional (43% de N) em 70% das adubações, e sulfato de amônio (21% de N) nos 30% restantes.

As comparações desse estudo envolveram a região amena e de sequeiro de Carmo do Paranaíba, MG, e a quente e irrigada de Luis Eduardo Magalhães, BA, sendo as mais extremas do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores nutricionais de macro e micronutrientes foram semelhantes entre as localidades concordantes com os resultados obtidos na literatura para a cultivar Catuaí Vermelho (Correa et al., 1996), exceto para os teores de nitrogênio, que atualmente aparentemente são maiores devido aos maiores níveis de adubação e produtividades das lavouras (Tabela 1).

A produção de matéria seca das plantas inteiras elevou-se linearmente ao longo do tempo, alcançando 53,993 e 88,669 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente para as localidades CP e LEM, demonstrando a influência positiva das condições climáticas, solo e irrigação no crescimento do cafeeiro, que foi 64% superior ao da região tradicional, mais fria, e sem irrigação (Fig. 1). O índice de área foliar (IAF) respondeu linearmente, com ponto de máxima aos 90 meses (19.5 m^2) em CP e quadraticamente, com ponto de máxima aos 77 meses (20.6 m^2) em LEM, o que indica início de declínio e estabilização da área foliar na condição de LEM mais cedo que em CP devido às elevadas temperaturas e irrigação (Figura 1).

A nutrição de plantas deve atender o dreno vegetação e frutificação do cafeeiro de forma independente, visto que continuamente o cafeeiro necessita vegetar para produzir ramos e nós, que originarão a capacidade produtiva das plantas, além de atender a necessidade dos frutos (grão + casca), variável conforme a produtividade. A independência entre os as exigências dos drenos pode ser visualizada na marcha de absorção de nutrientes do cafeeiro (Fig. 2), a exemplo de Malavolta, (1981).

Tabela 1. Concentração de macro nutrientes nas raízes, tronco, ramos, folhas e frutos de café, em três localidades no Brasil.

Partes constituintes	Local	g kg ⁻¹					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Raiz	CP	15,5±2,0	1,1±0,2	9,8±2,0	7,0±1,5	4,1±1,0	1,0±0,2
	LEM	12,8±2,0	2,0±0,3	10,6±2,0	6,8±2,0	4,4±1,0	1,3±1,0
	LU	16,2±1,3	1,3±0,2	9,0±1,7	6,8±2,0	4,4±1,3	1,1±0,2
Tronco	CP	9,7±1,5	0,7±0,2	6,2±2,3	5,3±1,0	1,5±0,5	0,3±0,2
	LEM	9,1±2,0	1,0±0,3	6,4±2,0	6,1±1,0	3,0±0,6	0,5±0,2
	LU	10,0±1,5	0,7±0,3	5,0±0,8	5,7±0,8	1,8±0,3	0,4±0,1
Ramo	CP	11,4±1,0	1,4±0,2	11,2±1,0	9,2±1,0	3,3±0,5	0,7±0,1
	LEM	16,1±2,5	1,3±0,5	8,5±1,0	8,8±1,5	3,5±0,5	1,0±0,3
	LU	14,7±2,0	1,2±0,2	10,4±2,0	7,0±1,7	3,4±0,6	0,6±0,2
Folha	CP	31,3±2,0	1,5±0,5	21,7±2,5	12,0±1,5	4,1±0,6	1,5±0,3
	LEM	31,0±1,5	1,5±0,6	23,2±2,7	13,4±1,3	3,9±1,6	1,1±0,3
	LU	31,5±2,5	1,2±1,0	23,2±2,0	12,9±1,6	4,6±0,7	1,1±0,2
Fruto	CP	23,1±2,3	1,7±0,5	23,7±2,5	2,9±0,6	2,3±0,6	0,9±0,2
	LEM	22,7±2,4	1,7±0,4	24,5±2,0	3,1±0,6	2,9±0,2	0,6±0,3
	LU	22,2±1,7	1,5±0,3	23,3±1,5	3,9±0,5	3,1±0,4	0,8±0,5

*Média e desvio padrão (±) de 2.250 amostras de tecido vegetal (30 observações x 5 plantas x 3 localidades x 5 partes constituintes), obtidas durante 90 meses.

**CP: Carmo do Paranaíba, MG; LEM = Luis Eduardo Magalhães, BA; LU = Luiziana, GO.

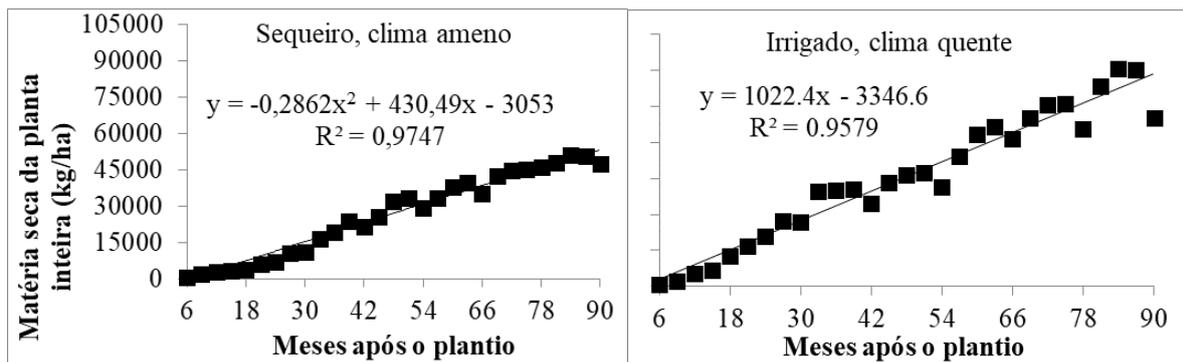


Figura 1. Acúmulo de matéria seca do cafeeiro de 6 a 90 meses em duas localidades: Carmo do Paranaíba, MG (sequeiro, clima ameno) e Luis Eduardo Magalhães, BA (irrigado, clima quente).

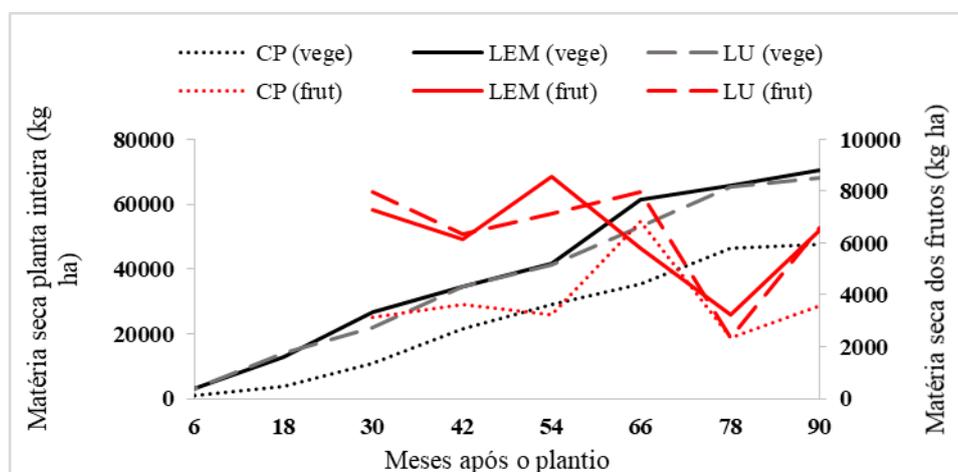


Figura 2. Acúmulo de matéria seca da planta inteira e de frutos do cafeeiro no período de 6 a 90 meses, em três locais: CP (Carmo do Paranaíba, MG, sequeiro, clima ameno; LEM (Luis Eduardo Magalhães, BA, irrigado via pivô, clima quente; LU (Luiziana, GO, irrigado via pivô, clima quente). As produtividades da quinta safra (78 meses) foram baixas nas três localidades devido às elevadas temperaturas e baixa pluviosidade, que afetaram inclusive as áreas irrigadas.

O acúmulo de nutrientes acompanha o aumento da produção de matéria seca de cada parte constituinte, refletindo em maiores quantidades de nutrientes exigidos para atender o dreno vegetativo (Fig. 3). A Tabela 2 apresenta o acúmulo líquido médio de matéria seca e de nutrientes em um ano, calculado pela diferença entre a composição química de um ano para o outro, sendo esta a exigência anual de nutrientes para o crescimento médio do cafeeiro em cada uma das localidades estudadas. Observa-se que tanto o acúmulo de matéria seca quanto de nutrientes, foi maior em LEM e LU, regiões com maiores temperaturas médias e irrigadas, do que em CP.

Tabela 2. Acúmulo anual de matéria seca⁽¹⁾ e de N, P e K para vegetação do cafeeiro, em três regiões brasileiras na média de seis safras.

Parametro	CP	LEM	LU
	kg ha ⁻¹		
Matéria seca	7,966	12,562	11,568
N	138	195	209
P	10	16	12
K	102	131	125

(1) Matéria seca das raízes, tronco, ramos e folhas. Resultados médios de seis safras. O acúmulo anual de matéria seca e nutrientes foi calculado pela diferença de massa medida em março, anualmente, na segunda safra (42 meses) à sétima safras, em plantas espaçadas em 4,0 x 0,5 m.

As quantidades de nutrientes exportados com os frutos acompanhou a matéria seca, diferenciada em cada uma das localidades e em cada uma das safras, de acordo com a produtividade (Tabela 3). Com relação ao período e intensidade de acúmulo de exportação, notou-se que no estágio de Expansão Inicial somente 27% dos nutrientes nos frutos até o período de colheita haviam sido acumulados; no estágio de Expansão/Granação, 47% dos nutrientes haviam sido acumulados (Fig. 4), ou seja, durante 90 dias (entre um estágio e outros), houve um acréscimo de somente 20% dos nutrientes totais. A partir deste ponto (Expansão/granação) o consumo de nutrientes cresceu de forma mais intensa, com o acúmulo de 53% dos nutrientes totais, no mesmo intervalo de duração.

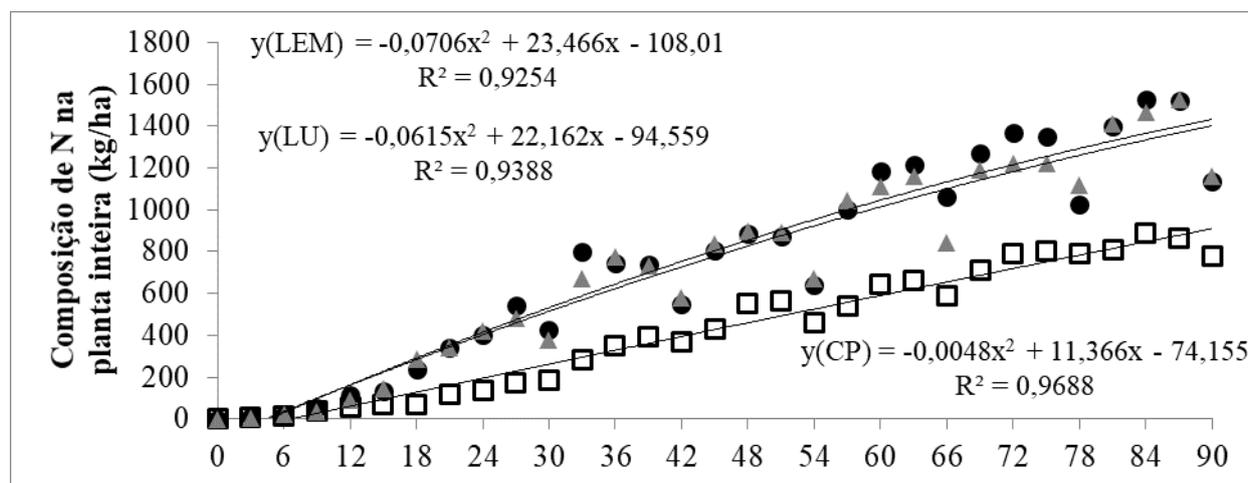


Figura 3. Acúmulo de N em planta inteira de cafeeiro na planta inteira (raízes, tronco, ramos, folhas), ao longo de 90 meses de condução, em três localidades, Brasil.

Isto ocorreu nas três localidades, sendo portanto uma característica do cafeeiro. A intensificação da solidificação do grão elevou abruptamente o consumo de nutrientes e o fruto passou a ser o dreno principal da planta. Quando isso ocorre há migração intensa de nutrientes minerais e carboidratos das reservas da planta (folhas outros) para os frutos, depauperando a lavoura. Caso esses nutrientes não sejam repostos, pode ocorrer a seca dos ponteiros dos ramos (die back) (RENA et al, 1985; MALAVOLTA, 1981). Com base nisso orienta-se fazer as adubações da seguinte forma:

Essas informações são importantes para orientar o manejo da adubação. Por exemplo, a aplicação de nutrientes móveis no solo, tais como N e, em solos arenosos, K pode ser subdividida em dois períodos, sendo o divisor o período fenológico de Expansão/Granação:

No primeiro período deve-se aplicar a quantidade total de nutrientes exigidos para atender o dreno vegetação mais 1/3 da quantidade total do nutriente exigido para a produção.

No segundo período aplicar a quantidade restante do nutriente exigido para a produção.

No total têm-se a aplicação de 62% aplicado antes da Expansão/Granação e 38% depois.

A proporção de nutriente aplicado em cada período vai variar conforme o nutriente e a produtividade, visto que as exigências são distintas.

Deve-se fazer o monitoramento dos teores nutricionais foliares para aferição das respostas da adubação, uma vez que toda adubação é passível de perdas, podendo então exigir complementações.

A experiência prática aponta a necessidade de fazer pelo menos quatro parcelamentos das adubações nitrogenadas, com doses de cada parcelamento que não ultrapassem 80 kg há de N, uma vez que há limitações radiculares para absorver tamanha quantidade de N aplicado.

O intervalo entre os parcelamentos deve ser o suficiente para cobrir toda a janela entre o início do ciclo de extração e seu término (colheita), evitando longos períodos (acima de 60 dias) sem a aplicação de adubo, afim de evitar o depauperamento das plantas. Portanto estimar a época de colheita é importante levando em consideração número e ocorrência de floradas, clima, amadurecimento dos frutos e características de cada cultivar relacionadas a este fator.

Outros fatores devem ser considerados para a calibração das doses de N, como pH do solo, teor de matéria orgânica, fonte utilizada e número de parcelamentos os quais estão diretamente ligadas ao aproveitamento da fertilização.

Vale lembrar que cada quilo de café produzido (grão mais palha) acumula cerca de 0,043 kg de N, e isto é característico do fruto.

Ao longo de toda a estruturação vegetativa, até os 90 meses de idade, o cafeeiro dos três locais estudados acumulou 776 a 1.162 kg ha⁻¹ de nitrogênio, além de 985 a 1.588 kg ha⁻¹ de N extraído pelas seis colheitas (Tabela 4). Foram adicionados ao sistema, ao longo de todo o período, através das adubações nitrogenadas anuais, 2.644 a 3.482 kg ha⁻¹ de N, havendo portanto uma taxa de exportação da lavoura, por meio dos grãos, de 18 a 22% somente (Tabela 4). Considerando o fruto inteiro (grão + casca) o N exportado foi de 37 a 45%, porém nem sempre a palha do café retorna ao sistema produtivo, além de haver perdas de N no processo de seca e benefício, ainda não mensuradas (Tabela 4).

Tabela 3. Matéria seca e conteúdo de N, P e K em frutos de café (grão + casca), na média de seis safras, em três localidades, Brasil.

Parâmetro	CP	LEM	LU
	kg ha ⁻¹		
Matéria seca	3801±755	6254±1128	6396±1214
N	164±19	263±35	265±31
P	13	20	18
K	188	290	293

*Matéria seca e composição de macro e micro nutrientes dos frutos maduros, na média de seis colheitas no período fenológico de Maturação (240 dias após a florada - junho).

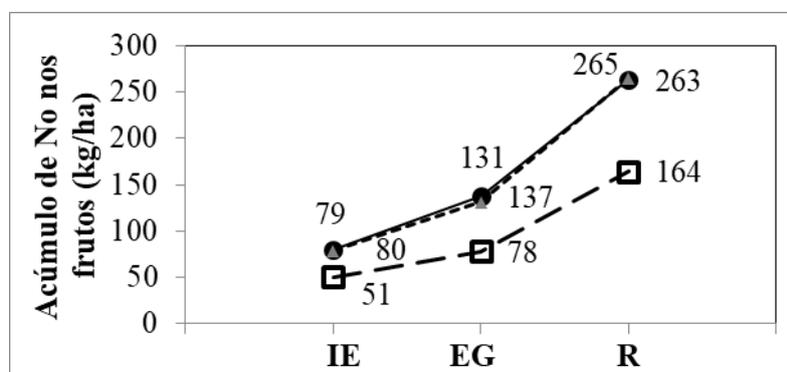


Figura 4. Acúmulo de nitrogênio do fruto inteiro, em três localidades, na média de seis safras.

*IE=Expansão inicial (60 dias depois da florada - dezembro); EG = Expansão/Granação (150 dias após a florada - março); R=Maturação (240 dias após a florada - junho). OBS: Expansão inicial ocorre no verão, Expansão/granação, entre o verão e outono e Maturação ocorre no inverno brasileiro, passível de sofrer alterações devido ao clima, número de floradas, fator irrigação e etc.

De todo o N aplicado somente 29 a 33% foram destinados para a composição química da planta (sem os frutos) sendo que do total, 52% do N utilizados nas estruturas vegetativas correspondem às folhas, e elas são passíveis de serem cicladas, já que a desfolha dos cafeeiros é intensa e pode conter até 165 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4). Mesmo não considerando a ciclagem de nutrientes ainda há perdas no sistema de 21 a 34% do N aplicado (Tabela 4).

Tabela 4. Acúmulo de N nas raízes, tronco, ramos, folhas, frutos (grão + casca), planta inteira, quantidade de N aplicado e balanço de N no período de 90 meses estudados (seis safras), em três localidades, Brasil.

Acúmulo em 90 meses (kg ha ⁻¹)	CP	LEM	LU
	kg ha ⁻¹		
N nas raízes	93±10	136±23	129±32
N no tronco	147±18	154±33	185±25
N nos ramos	130±26	305±68	263±35
N nas folhas	406±59	538±72	584±60
Matéria seca da planta inteira	47.490	70.454	68.165
Acúmulo de N na planta inteira (exceto frutos)	776±58	1.133±112	1.162±101
Acúmulo de N nos frutos (seis safras)	985±111	1.578±208	1.588±188
Acúmulo de N na planta inteira mais frutos	1.761±169	2.711±320	2.750±289
N aplicado no período	2.644	3.476	3.482
	%		
N exportado (grão mais casca)	37	45	46
N exportado (grãos)	18	22	23
N acumulado no ano na vegetação	29	32	33
Total de N exportado (grão mais casca + vegetação)	66	77	79

De todo o N aplicado somente 29 a 33% foram destinados para a composição química da planta (sem os frutos) sendo que do total, 52% do N utilizados nas estruturas vegetativas correspondem às folhas, e elas são passíveis de serem cicladas, já que a desfolha dos cafeeiros é intensa e pode conter até 165 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4). Mesmo não considerando a ciclagem de nutrientes ainda há perdas no sistema de 21 a 34% do N aplicado (Tabela 4).

CONCLUSÕES

- 1 – Nas localidades quentes/irrigadas os cafeeiros se desenvolvem 38 a 64% a mais que nas regiões amenas, exigindo maior aporte de nutrientes.
- 2 – As produtividades dos cafeeiros das localidades quentes/irrigadas são mais elevadas que na localidade fria porém não são proporcionais ao crescimento biométrico, sendo influenciada principalmente por fatores climáticos, que afetam o pegamento da florada (limitações em temperatura), havendo uma limitação de clima para o crescimento diferente para a produção do cafeeiro.
- 3 – Deve-se atender as exigências da planta para vegetar e produzir café de formas independentes visto que a marcha de absorção de nutrientes são independentes.
- 4 – As perdas de nutrientes no sistema de produção do cafeeiro devem ser mais estudadas visto que há uma grande quantidade de nutrientes passíveis de serem ciclados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARZOLLA, S.; GOMES, L. SARRUGE, J.R.. 1963. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. X. Extração de macronutrientes na colheita pelas variedades Mundo Novo, Caturra e Bourbon Amarelo. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, 20: 41-52.
- CATANI, R.A & PUPO DE MORAES, F.R. 1958. A composição química do cafeeiro. Quantidade e distribuição de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO em cafeeiro de 1 a 5 anos de idade. Revista de Agricultura (PIRACICABA), 33: 45-62.
- CATANI, R.A.; PELLEGRINO, D.; BERGAMIN FILHO, H. 1965. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro, Coffee arábica, variedade mundo novo, aos dez anos de idade. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, 22: 81-93.
- CORRÊA, J.B.; GARCIA, A.W.R.; COSTA, P.C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 13., 1986, São Lourenço. Anais...Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, 1986. P 35-41.
- LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos, RiMa, 2004. 531p.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F.P.; COURY, T. 1958. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. 1 – Resultados preliminares. Boletim nº14. ESA Luiz de Queiroz, 16pp.
- MALAVOLTA, E.; GRANER, E.A; SARRUGE, J.R.; GOMES, L. 1963. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XI. Extração de macro emicrinutrientes na colheita, pelas variedades Bourbon Amarelo, Caturra Amarelo e Mundo Novo. Turrialba, 13: 188-189.
- MORAES, F.R.P. CATANI, R.A. 1964 A Absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. Bragantia (Campinas), 23: 331-336.
- MULLER, L.E> 1966. Coffee Nutrition. Em: Fruit Nutrition. Editado por Childers, N.F. Horticultural Publications, Rutgers – The State University. New Bruswick, New Jersey, pp.685-776.

RENA, A.B. et al. (Eds.). Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1987. P.13-85
SARRUGE, J.R.; ANDRADE, R.G.; GOMES, L. 19966. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XIX.
Extração de micronutrientes na colheita pelas variedades Mundo Novo, Caturra Amarelo e Bourbom Amarelo. Anais da
ESALQ, 23, 85-93