

Estudos sôbre a alimentação mineral do
cafeeiro, X. Extração de macronutrientes na
colheita pelas variedades "Mundo Novo",
"Caturra" e "Bourbon Amarelo" *

S. ARZOLLA, L. GOMES,** J. R. SARRUGE, R. G. ANDRADE,
E. A. GRANER e E. MALAVOLTA

Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz»

* Trabalho feito com ajuda da Fundação Rockefeller, do Instituto Brasileiro do Café e do Conselho Nac. de Pesquisas.

** Estagiária da SUDENE.

1. INTRODUÇÃO

Ao discutir o problema da avaliação da necessidade de adubação do cafeeiro (DAFERT, 1929, págs. 96-7) escreveu com o seu bom senso habitual: *“É, pois, sem fundamento o procedimento, até hoje praticado, de basear a estrumação artificial dos cafesais somente na composição da cinza do grão de café.* Essa diferença do cafeeiro e de plantas que, como o trigo e a alfafa, se colhem inteiramente ou quase inteiramente, fornece mui provávelmente a explicação do fato, além de que todas as experiências neste sentido executadas em Ceylão, Java e entre nós, não deram resultados satisfatórios. O ponto principal do problema da estrumação dos cafesaes não é a estrumação do grão, mas sim a de *toda a árvore”* (o grifo é de Dafert).

De fato, a adubação do cafeeiro não pode se limitar à simples restituição das quantidades de elementos que a colheita, o grão, exporta. Embora no início do desenvolvimento as exigências minerais da planta sejam pequenas, elas se avolumam quando o pé-de-café entra em franca produção (ver CATANI & MORAES, 1958; MALAVOLTA, 1958). É que, usando a expressão de SAMUELS (1957), a planta passa a ter “duas bocas” para sustentar: Primeiro a formação de cerejas para a próxima colheita e, segundo, o novo crescimento da árvore em si, o qual é necessário para formação das cerejas, que constituirão a colheita seguinte”.

A colheita, de fato, consome uma boa porção dos nutrientes exigidos pelo cafeeiro. Numa planta de 5 anos, 25 por cento de todo o nitrogênio nela contido está nos frutos; os valores correspondentes para o fósforo e o potássio são, respectivamente, 33 e 30 por cento. Segue-se, então, que só uma das “bôcas” exige ao redor de um terço dos elementos absorvidos pelo cafeeiro; além disso a colheita representa uma retirada de nutrientes do solo que, em grau maior ou menor, se repete todos os anos.

É por isso desejável conhecer-se a quantidade de macronutrientes que as safras exportam da propriedade agrícola. O exame da literatura a respeito mostrou apenas dados incompletos (ver MALAVOLTA et al., 1962). Resolveu-se, então, estudar o assunto com alguns detalhes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostras

As amostras de café cereja das variedades “Bourbon Amarelo”, “Mundo Novo” e “Caturra Amarelo” foram colhidas nas Estações

Experimentais da Secretaria da Agricultura de S. Paulo situadas em Ribeirão Preto, Mocóca e Pindorama. Dessa maneira ficaram cobertos os três mais importantes tipos de solos cafeeiros do Estado de S. Paulo; as características químicas dos mesmos são dadas na Tabela 2-1.

A amostragem foi feita em plantações uniformes com 6-8 anos de idade e submetidas às mesmas práticas culturais. Em cada local e para cada variedade foram colhidas 3 amostras; cada uma delas era retirada de 20 plantas ao acaso. Uma vez coletadas, as amostras eram postas em sacos de plástico bem fechados.

No laboratório pesou-se um quilo de cerejas de cada amostra as quais foram despolpadas à mão; determinado o peso do material fresco ("grão" e "polpa") colocou-se em estufa para a avaliação do peso seco ("grão" e "casca").

2.2. Análise química

O grão e a casca de cada amostra, uma vez secas, foram triturados. No extrato nítrico-perclórico das amostras fizeram-se as seguintes determinações: fósforo (metavanadato), potássio (fotometria de chama), cálcio (volumetria do oxalato), magnésio (amarelo de tiazol), enxofre (gravimetria do sulfato de bário); o nitrogênio do material seco foi determinado pelo método de Kjeldahl em escala semi micro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Proporção polpa/grão e casca/grão.

A Tabela 3-1 dá os pesos do material úmido correspondente ao grão e à polpa das várias amostras. Fornece também os pesos obtidos depois que o material foi seco em estufa; após a secagem deu-se à polpa a denominação "casca". A análise estatística relativa a êsses dados aparece na Tabela 3-2.

Verifica-se que o índice médio polpa/grão é igual a 0,84. A média da relação casca/grão é igual a 0,46. Trabalhando com *Coffea robusta*, LOUÉ (1957) encontrou para o índice casca/grão um valor que, em função da adubação, variou entre os limites: 0,34-0,42; no caso do presente trabalho, porém, os índices encontrados são estatisticamente os mesmos para as três variedades estudadas e para os três locais, no nível de 1 por cento de probabilidades; entretanto, admitindo-se como aceitável o valor menos

rígido de F correspondente ao nível de 5%, então, torna-se significativa a influência dos locais sobre as relações polpa/grão e casca/grão.

3.2. Composição mineral

As Tabelas 3-3, 3-4 e 3-5 dão a composição mineral do grão e da casca (= polpa seca) das variedades nas três localidades. A análise estatística desses dados aparece na Tabela 3-6.

Verifica-se que não há diferença significativa entre variedades. Há, entretanto, alguma diferença significativa devido ao efeito dos locais; assim, no limite de 5% de probabilidade o teor de N na casca das amostras de Mococa é menor do que o encontrado nos outros lugares; o teor de K no grão e na casca, também em Mococa e, respectivamente aos níveis de 5% e 1%, significativamente mais baixo que os valores achados nas amostras de Ribeirão Preto e de Pindorama. A Tabela 2-1 pode fornecer uma explicação parcial para as diferenças encontradas. Embora o teor de N no solo seja alto em Mococa, 0,19 por cento, é razoável admitir aí uma menor disponibilidade do elemento para o cafeeiro; como se vê em FAIVA NETO et al. (1951), o massapé-saimourão é um solo bastante argiloso, mais do que a terra roxa, onde, por isso, a mineralização de nitrogênio deve ser mais difícil, o que provoca menor fornecimento do elemento. Por outro lado, o menor teor de K encontrado nas amostras de Mococa deve estar correlacionado com o conteúdo mais baixo do elemento no solo, como se vê na Tabela 2-1.

É interessante comparar os dados aqui obtidos com outros encontrados na literatura. Conforme se vê na Tabela 3-7, os dados do presente trabalho concordam bastante bem com aqueles do trabalho de CARVAJAL (1959), os teores achados são todos eles da mesma ordem de grandeza; além disso a desigualdade na composição dos grãos e da casca é também consistente; o grão tem mais N e mais Mg que a casca; esta, por sua vez, parece ser mais rica nos outros elementos, particularmente em potássio. Já a composição mineral de *C. robusta* analisado por LOUÉ (1957) difere bastante daquela das amostras de *C. arabica*.

3.3. Dados práticos

A Tabela 3-8 dá as quantidades de macronutrientes contidos em uma saca de 60 kg de café beneficiado e na palha correspondente. Os elementos encontram-se nas seguintes proporções relativas e aproximadas:

	N	P	K	Ca	Mg	S
grão	1	0,1	0,9	0,2	0,1	0,1
polpa	1	0,1	2	0,2	0,1	0,1
total	1	0,1	1,25	0,2	0,1	0,1

Verifica-se assim que o potássio é o elemento exigido pelo cafeeiro em maior proporção, seguindo-se o azoto; vem depois o cálcio e, na mesma ordem de grandeza, o fósforo, magnésio e o enxofre.

A Tabela 3-8, mostra ainda que, com base nas quantidades de macronutrientes necessárias para a produção de 60 kg de café beneficiado, a venda do produto limpo implica na exportação das seguintes proporções, relativamente ao total contido no café integral: N 2/3, P 1/2, K 1/2, Ca 2/3, Mg 2/3 e S 2/3; boa parte dos elementos permanece, pois, na casca ou na polpa; daí o grande interesse prático em devolver êsses produtos ao cafezal como adubo.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi determinada a quantidade de macronutrientes existentes no grão e na polpa de café cereja das variedades "Mundo Novo", "Caterra Amarelo" e "Bourbon Amarelo". As amostras foram colhidas em plantações situadas nos três principais tipos de solos para café em S. Paulo, a saber, terra roxa legítima (Ribeirão Preto), massapê-salmourão (Mocóca) e arenito de Bauru (Pindorama). O exame dos dados obtidos permitiu tirar as seguintes conclusões principais.

4.1. Não há diferença significativa na composição química das variedades estudadas. Os valores médios encontrados são os seguintes, em porcentagem de matéria seca:

	N	P	K	Ca	Mg	S
grão	1,71	0,10	1,53	0,27	0,15	0,12
casca	1,78	0,14	3,75	0,41	0,13	0,15

4.2. Houve algum efeito significativo do local da amostragem nos teores de N e K; êsse efeito foi devido, provavelmente à diferença na disponibilidade dêsses elementos no solo.

4.3. Do total de elementos contidos no café, as seguintes proporções são exportadas: N — 2/3, P e K — 1/2, Ca, Mg e S — 2/3. Segue-se daí que uma quantidade bastante grande dos elementos extraídos do solo permanecem na casca. É por isso conveniente devolvê-la à plantação na forma de adubos.

5. SUMMARY

This paper deals with the determination of the content of macronutrients in pulp and beans of three coffee varieties, namely 'Mundo Novo', 'Caturra Amarelo' and 'Bourbon Amarelo'. Samples were collected in plantations located in the three types of soils herein most of S. Paulo, Brazil, coffee is grown, that is, "terra roxa legitima" (Ribeirão Preto), "massapé-salmourão" (Mocóca), and "arenito de Bauru" (Pindorama). The following main conclusions were drawn after statistical analysis of data obtained hereby.

5.1. There is no statistical difference among the three varieties. Average contents of macronutrients, as per cent of the dry matter, are the following:

	N	P	K	Ca	Mg	S
bean	1,71	0,10	1,53	0,27	0,15	0,12
pulps	1,78	0,14	3,75	0,41	0,13	0,15

5.2. Samples collected in Mocóca ("massapé-salmourão") had lower N and K contents, probably due to lack of availability of these elements in the soil, as suggested by its analysis.

5.3. Results obtained in this work are in good agreement with data described elsewhere.

5.4. Out of the total of elements contained in the whole fruit the following proportions are exported as clean coffee: N — 2/3, P and K — 1/2, Ca, Mg and S — 1/3. It is clear therefore that a substantial amount of elements absorbed from the soil remains in the pulp or in the dry hulls which result from processing. From this fact raises the interest of using these residues as fertilizer in the coffee plantations.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos aos colegas das Estações Experimentais de Ribeirão Preto, Mocóca e Pindorama, respectivamente, J. Junqueira Reis, A. Berardinelli e H. Scaranari pelo fornecimento das amostras para análise.

7. LITERATURA CITADA

1. CARVAJAL, C., J. F., 1959 — Estimacion quantitativa de nueve elementos esenciales presentes in una fanega (400 litros) de café en «ceresa». Inform. Anual, STICA (San José): 15-16.
2. CATANI, R. A. & F. R. PUPO DE MORAES. 1958 — A composição química do cafeeiro. Rev. de Agric. (Piracicaba) **33**: 45-52 (fig. e tab. fóra do texto).
3. DAFERT, F. W. 1929 — Em «Experiências de adubação e estudos sôbre a cultura do cafeeiro», 3.^a ed., publ. pela Sec. Agr. Indus. Com. Est. S. Paulo.
4. LOUÉ, A. 1957 — Em «Studies on the inorganic nutrition of the coffee three in the Ivory Coast», pags. 55-66.
5. MALAVOLTA, E. 1958 — La concimazione del caffè in Brasile. Riv. di Agric. Subtrop. e Trop. (Firenze) Ano **52**: 610-620.
6. MALAVOLTA, E., H. P. HAAG, F. A. F. MELLO & M. O. C. BRASIL SOBR.^o. 1962 — «On the mineral nutrition of some tropical crops»: no prelo.
7. PAIVA NETO, J. E. de, R. A. CATANI, A. KÜPPER, H. P. MEDINA, F. C. VERDADE, M. GUTMANS & A. C. NASCIMENTO. 1951 — Observações gerais sôbre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. Bragantia **11**: 227-253.
8. SAMUELS, S. 1957 — Abonos para café. Rev. de Agric. de Puerto Rico. **44**: 121-125.

Tabela 2-1. Características químicas dos solos dos locais onde se colheu amostras para análise (Soil characteristics of the sites from which coffee samples were collected).

Característica	RIBEIRÃO PRETO MOCOCA PINDORAMA		
	(terra roxa)	(massapé)	(arenito Baurú)
pH	5,7	5,75	6,0
C %	1,397	0,757	0,480
N %	0,19	0,19	0,09
PO ₄ ⁻³ eq. mg./100 g	0,26	0,13	0,09
K ⁺ eq. mg./100 g	0,50	0,31	0,61
Ca ⁺² eq. mg./100 g	4,5	2,1	2,4
Mg ⁺² eq. mg./100 g	0,53	0,58	0,45
S. mg./100 g	2,45	1,64	0,63

Tabela 3-1. Quantidade e proporção de grão e polpa em 1 kg de café cereja.
(Quantity and proportion of bean and pulp in 1 kilogram of fresh berries).

Local	Parte	Bourbon Amarelo		Caturra		Mundo Novo	
		Pêso fresco	Pêso seco	Pêso fresco	Pêso seco	Pêso fresco	Pêso seco
Ribeirão Preto	Grão (g)	503,6	222,6	466,5	210,8	483,5	206,1
	Polpa (g)	445,8	106,4	448,5	115,4	458,0	105,6
	Índice*	0,88	0,48	0,96	0,55	0,95	0,51
Mocóca	Grão (g)	536,0	216,7	495,4	203,1	529,1	208,5
	Polpa (g)	401,5	85,4	443,7	90,6	405,5	83,7
	Índice*	0,75	0,39	0,89	0,43	0,77	0,39
Pindorama	Grão (g)	526,4	246,6	—	—	555,4	235,4
	Polpa (g)	430,0	121,1	—	—	428,1	100,9
	Índice*	0,82	0,49	—	—	0,78	0,43

* relação entre pêso da polpa e pêso do grão.

Tabela 3-2. Análise estatística das relações polpa/grão e casca/grão (Statistical analysis of the ratios pulp/bean).

Índice	Valores de F		Médias Gerais	Médias Locais		
	Entre variedades	Entre locais		Rib. Preto	Mocóca	Pindorama
Polpa/grão	1,64	7,50	0,84	0,93	0,80	0,80
Casca/grão	1,88	11,87	0,46	0,51	0,40	0,46
Limites de F						
				5%	6,94	
				1%	18,00	

Tabela 3-3. Teores de macronutrientes em café da variedade 'Mundo Novo' (Macronutrients content in coffee, variety 'Mundo Novo').

Local	Parte	N.º da amostra	Porcentagem na mat. seca					
			N	P	K	Ca	Mg	S
Ribeirão Preto	Grão	1	1,82	0,12	1,48	0,24	0,17	0,15
		2	1,54	0,10	1,40	0,32	0,15	0,16
		3	1,68	0,11	1,65	0,24	0,18	0,14
	Polpa	1	1,96	0,13	3,60	0,36	0,15	0,14
		2	1,68	0,16	3,90	0,32	0,12	0,21
		3	1,89	0,50	3,60	0,32	0,13	0,15
Mocóca	Grão	1	1,61	0,11	1,48	0,24	0,11	0,15
		2	1,47	0,12	1,28	0,28	0,18	0,11
		3	1,33	0,12	1,33	0,32	0,17	0,12
	Polpa	1	1,33	0,14	2,60	0,48	0,16	0,14
		2	1,40	0,14	3,05	0,40	0,14	0,15
		3	1,20	0,17	2,90	0,48	0,16	0,19
Pindorama	Grão	1	1,96	0,11	1,58	0,12	0,15	0,10
		2	1,82	0,08	1,48	0,24	0,15	0,13
		3	1,54	0,15	1,33	0,32	0,11	0,12
	Polpa	1	1,89	0,16	3,60	0,44	0,09	0,16
		2	1,82	0,15	4,30	0,44	0,09	0,17
		3	1,89	0,16	4,23	0,40	0,10	0,19

Tabela 3-4. Teores de macronutrientes em café da variedade 'Bourbon Amarelo' (Macronutrients content in coffee, variety 'Bourbon Amarelo').

Local	Parte	N.º da amostra	Porcentagem na mat. seca					
			N	P	K	Ca	Mg	S
Ribeirão Preto	Grão	1	1,82	0,12	1,65	0,24	0,17	0,12
		2	1,82	0,11	1,65	0,24	0,18	0,13
		3	1,82	0,11	1,65	0,26	0,17	0,13
	Polpa	1	1,89	0,13	3,53	0,46	0,12	0,15
		2	1,54	0,14	3,90	0,32	0,10	0,16
		3	1,68	0,13	3,60	0,40	0,10	0,15
Mocóca	Grão	1	1,54	0,11	1,33	0,32	0,18	0,16
		2	1,40	0,12	1,35	0,28	0,18	0,11
		3	1,61	0,12	1,30	0,24	0,19	0,11
	Polpa	1	1,15	0,12	2,00	0,40	0,15	0,12
		2	1,40	0,11	2,20	0,56	0,16	0,15
		3	1,26	0,12	1,65	0,32	0,18	0,12
Pindorama	Grão	1	1,54	0,11	1,48	0,32	0,15	0,12
		2	1,68	0,10	1,53	0,24	0,14	0,13
		3	1,54	0,10	1,65	0,32	0,16	0,11
	Polpa	1	1,54	0,18	3,60	0,60	0,11	0,19
		2	1,54	0,14	3,60	0,44	0,10	0,11
		3	1,68	0,14	3,73	0,52	0,10	0,14

Tabela 3-5. Teores de macronutrientes em café da variedade 'Caturra'. (Macronutrients content in coffee, variety 'Caturra').

Local	Parte	N.º da amostra	Porcentagem na mat. seca					
			N	P	K	Ca	Mg	S
Ribeirão Preto	Grão	1	1,75	0,11	1,65	0,24	0,16	0,11
		2	1,68	0,11	1,48	0,24	0,15	0,12
		3	1,82	0,14	1,48	0,28	0,16	0,11
	Polpa	1	1,96	0,13	3,48	0,30	0,11	0,20
		2	1,96	0,17	3,73	0,20	0,08	0,22
		3	1,96	0,15	3,53	0,32	0,08	0,23
Mocóca	Grão	1	1,75	0,12	1,58	0,32	0,19	0,12
		2	1,82	0,11	1,48	0,24	0,17	0,11
		3	1,33	0,12	1,28	0,40	0,17	0,13
	Polpa	1	1,68	0,10	2,00	0,56	0,17	0,12
		2	1,61	0,14	2,15	0,54	0,16	0,14
		3	1,44	0,11	2,20	0,56	0,16	0,14

Tabela 3-6. Análise estatística dos dados referentes à composição mineral. (Statistical analysis of the variation in mineral composition).

Elementos	Valores de F (ângulos)		Médias Gerais (%)	Médias Locais (%)		
	Entre va- riedades	Entre locais		Ribeirão Preto	Mocóca	Pindo- rama
N (grão)	0,12	4,57	1,66	1,75	1,54	1,68
N (casca)	4,14	10,99	1,65	1,83	1,38	1,73
P (grão)	0,37	5,77	0,11	0,11	0,11	0,10
P (casca)	2,96	5,51	0,14	0,15	0,13	0,15
K (grão)	1,07	7,46	1,48	0,15	1,37	1,50
K (casca)	2,52	31,03	3,26	3,65	2,30	3,84
Ca (grão)	0,17	0,17	0,28	0,25	0,30	0,28
Ca (casca)	1,15	4,37	0,42	0,33	0,45	0,47
Mg (grão)	3,50	0,50	0,16	0,16	0,17	0,14
Mg (casca)	0,50	2,00	0,12	0,11	0,16	0,09
S (grão)	4,38	4,38	0,13	0,13	0,12	0,12
S (casca)	3,45	0,18	0,16	0,18	0,14	0,16
Limites de F :			5%	1%		
F (maior que 1)			6,94	18,00		
F (menor que 1)			0,025	0,005		

Tabela 3-7. Comparação dos dados deste trabalho referente à composição mineral com outros de literatura (A comparison among data concerning the mineral composition of coffee fruits).

Elemento	Grão	Casca	Fonte
Nitrogênio (N)	1,54 — 1,75	1,38 — 1,83	Este trabalho
	1,67	1,56	CARVAJAL (1959)
	2,32	1,34	LOUÉ (1957)
Fósforo (P)	0,10 — 0,11	0,13 — 0,15	este trabalho
	0,13	0,16	CARVAJAL (1959)
	0,20	0,18	LOUÉ (1957)
Potássio (K)	1,37 — 1,56	2,30 — 3,84	este trabalho
	1,17	2,43	CARVAJAL (1959)
	1,66	3,25	LOUÉ (1957)
Cálcio (Ca)	0,25 — 0,30	0,33 — 0,47	este trabalho
	0,25	0,45	CARVAJAL (1959)
	0,19	0,17	LOUÉ (1957)
Magnésio (Mg)	0,14 — 0,17	0,09 — 0,16	este trabalho
	0,12	0,07	CARVAJAL (1959)
	0,15	0,30	LOUÉ (1957)
Enxofre (S)	0,12 — 0,13	0,14 — 0,18	este trabalho
	0,08	0,11	CARVAJAL (1959)

Tabela 3-8. Quantidade de elementos exportados como café beneficiado e retidas na casca (Grams of elements exported as clean coffee and retained in the pulp).

Elemento	Gramas de elementos em		Total
	60 kg café beneficiado	30 kg casca correspondente	
Nitrogênio (N)	996	525	1.521
Fósforo (P)	66	42	108
Potássio (K)	918	1.123	2.041
Cálcio (Ca)	168	126	294
Magnésio (Mg)	96	36	132
Enxofre (S)	78	48	126