

NUTRIÇÃO MINERAL DO CAFEIEIRO III. RECRUTAMENTO DE B, Cu, Fe, Mn e Zn PELO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L. cv. CATUAI) COM DOIS, TRÊS, QUATRO E CINCO ANOS DE IDADE; NAS FASES FENOLÓGICAS DE REPOUSO, GRANAÇÃO E MATURAÇÃO VEGETANDO EM UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, FASE CERRADO

S. Cietto*

H.P. Haag**

RESUMO: Em uma plantação de cafeeiros (*Coffea arabica* cv. Catuai) com dois, três, quatro e cinco anos de idade no campo, situada em Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado no município de Salto, SP, determinou-se o recrutamento de micronutrientes no caule, ramos, folhas e frutos, durante as fases fenológicas de repouso, granação e maturação. Concluiu-se que: A maior acumulação de cobre, manganês e zinco ocorre nos meses de julho, janeiro e junho em cafeeiros com cinco anos de idade. A acumulação de boro e ferro varia em função das épocas. Em janeiro e junho o acúmulo de ferro não mostrou diferenças entre as idades. O cafeeiro aos cinco anos de campo exporta através da colheita, em função do conteúdo total da planta 30% de B, 46% de Cu, 26% de Fe, 14% de Mn e 25% de Zn.

Termos para indexação: acúmulo de B, Cu, Fe, Mn, Zn.

* Engenheiro Agrônomo, Mestre, Dira de Sorocaba, SP.

**Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP

RECRUTMENT OF B, Cu, Fe, Mn and Zn BY COFFEE PLANTS
(*Coffea arabica* L. cv. CATUAI) AGED TWO, THREE,
FOUR AND FIVE YEARS OLD GROWING IN A RED-YELOW
LATOSSOL (USTOX)

ABSTRACT: From a coffee plantation situated on a red-yellow latossol near Salto, SP, Brazil, coffee plants with two, three, four and five years old were cut near the ground level of the soil at the following growth periods: july (grown almost nil) january (pin head stage) and june (ripe stage). The material was divided into stem, branches, leaves and fruits and dried at 80°C and analyzed by laboratory conventional methods. The greatest accumulation of Cu, Mn and Zn occurs in the aerial parts of five year old coffee plants during the months of july, january, and june. The accumulation of B and Fe differs during the different ages of the trees. In the fruits Fe accumulation does not show differences among the ages in the month of january. Fruits of five year old coffee trees export the following percentages in terms of the total content in the tree: B-30%, Cu-46%, Fe-26%, Mn-14% and 25% Zn.

Index terms: extraction B, Cu, Fe, Mn, Zn, january, july, june, coffee cv. Catuai, ustoc.

INTRODUÇÃO

Os conhecimentos a respeito do recrutamento de nutrientes são de importância fundamental para os estudos de adubação do cafeeiro; basicamente devem ser conseguidas informações sobre as quantidades e as épocas de acumulação de nutrientes, necessários à vegetação e frutificação. A cafeicultura ocupa atualmente regiões com diferentes condições de clima e solo, o que leva a

concluir que novas informações devem ser acrescentadas. SARRUGE *et alii* (1966) determinaram os teores de micro nutrientes na casca e no grão de *Coffea arabica* var. "Caturra Amarelo", "Bourbon Amarelo" e "Mundo Novo" vegetando em Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Amarelo e Podzolizado de Lins e Marília. A análise química revelou que as três variedades possuem a mesma composição mineral. A concentração e as quantidades de micronutrientes no cafeeiro (*Coffea arabica* var. Mundo Novo) aos dez anos foi determinada por CATANI *et alii* (1967) em plantas vegetando em um Latossol no município de Piracicaba, SP. Os autores coletaram duas plantas representadas por quatro cafeeiros que foram divididas em tronco, ramos, folhas e frutos. As partes foram secadas e analisadas quimicamente para os micronutrientes. Os autores concluíram que as folhas constituem a parte mais rica e o tronco a mais pobre. O molibdênio é o micronutriente que ocorre em menor concentração, variando de 0,03 a 0,05ppm no tronco e de 0,21 a 0,23ppm nas folhas; o cloro é o que se apresenta com maior teor, variando de 140 a 220ppm no tronco e de 6.280 a 7.350ppm nas folhas. A quantidade de micronutrientes extraída pelo cafeeiro aos dez anos de idade, para o desenvolvimento de seu tronco, ramos e folhas, considerando quatro cafeeiros numa cova como uma planta é de: 555mg de boro (B), 37.157mg de cloro (Cl), 214mg de cobre (Cu), 3.765mg de ferro (Fe), 776mg de manganês (Mn), 1,6mg de molibdênio (Mo) e 144mg de zinco (Zn). A retirada de nutrientes pela produção do cafeeiro das cultivares Mundo Novo, Catuai e Catimor foi determinada por GARCIA (1980) que coletou amostras de grãos de café nos municípios de Campo do Meio, Três Pontas e Varginha, no Estado de Minas Gerais. Foram determinadas as concentrações dos macro e micronutrientes no café beneficiado e na palha. Com base nesses dados calculou-se as quantidades de nutrientes em 1.000 quilos de café coco. O autor concluiu que entre os macronutrientes, a ordem quantitativa de absorção é a seguinte: potássio, nitrogênio, cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. Entre os micronutrientes: ferro, manganês, cobre, boro e

zinco. Para as três cultivares, os teores da maioria dos nutrientes apresentam-se semelhantes. Os frutos da cultivar Mundo Novo apresentam concentração mais elevada de zinco que a Catuai, e esta mais elevada que a Catimor. Quanto ao boro ocorre o inverso. A concentração de cobre no fruto supera a de boro e zinco. A palha de café é mais rica em potássio, cálcio e enxofre e em todos os micronutrientes do que no café beneficiado.

O presente trabalho, utilizando cafeeiros da cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de idade, pretende-se determinar: Recrutamento de B, Cu, Fe, Mn e Zn nos meses de julho (fase de repouso), janeiro (fase de granação) e junho (fase de maturação).

MATERIAL E MÉTODOS

De uma plantação de cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Catuai) localizada na Fazenda Santo Izidro no município de Salto, SP, em espaçamento de 3,50 x 2,20 metros, foram recepadas plantas de quatro covas (duas por cova) em talhões com dois, três, quatro e cinco anos de campo, nos meses de julho/82, janeiro/83 e junho/83, de acordo com a fenologia do cafeeiro. O material coletado foi dividido em caule, ramos, folhas e frutos, lavado e seco em estufa a 80°C. No material seco foram analisados os micronutrientes (exceto cloro e molibdênio) pelos métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974). O cafezal situa-se sobre um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado. As análises de variância foram feitas de acordo com as instruções apresentadas por DAGNELIE (1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Boro

Os resultados observados para o recrutamento de boro constam na Tabela 1 e são ajustados aos modelos de

Tabela 1. Recrutamento de boro pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação

Idade	Recrutamento de boro (por cova)				
	Caule	Ramos	Folhas	Frutos	Total
anos	----- mg -----				
	Repouso (julho)				
2	1,02	3,32	40,74	-	45,07
3	7,78	12,50	62,85	-	83,13
4	7,58	13,28	55,96	-	76,81
5	13,01	23,08	49,65	-	85,73
	Granação (janeiro)				
2	1,18	3,28	28,59	5,00	38,05
3	4,25	9,53	67,60	6,66	88,04
4	6,55	15,19	51,47	9,75	82,95
5	16,65	31,00	68,95	20,71	137,31
	Maturação (junho)				
2	2,69	4,80	51,07	5,52	64,08
3	8,03	22,40	177,85	41,46	249,73
4	8,63	17,44	114,93	50,08	191,07
5	9,09	26,14	139,39	73,90	248,52
CV%	39,74	38,13	32,19	32,64	26,12

regressão das Tabelas 2 e 3. A acumulação de boro pelo caule e ramos, no mês de julho (repouso) apresenta aumentos em função das idades, alcançando o valor máximo aos cinco anos; as folhas nessa época, entretanto, não apresentam diferenças entre as idades. Em janeiro (granação) e junho (maturação) o caule, ramos e frutos apresentam os maiores valores em cafeeiros de cinco anos; nas folhas não ocorrem diferenças entre as idades no mês de janeiro, mas estas apresentam aumentos em julho de modo a alcançar o máximo conteúdo aos quatro anos. O conteúdo total da parte aérea não apresenta diferenças em julho; em janeiro e junho aumenta em função das idades, atingindo o máximo aos cinco anos, em janeiro, e aos quatro anos, em junho (tabela 2). Aos dois anos não há diferenças no conteúdo de boro no caule, ramos e folhas, em função das épocas consideradas. Nos cafeeiros de três anos, o caule os ramos mostram o valor mais elevado em junho e o mais baixo em janeiro; as folhas apresentam o maior conteúdo em junho. Aos quatro anos não há diferenças para o caule e ramos, mas nas folhas o valor máximo ocorre em junho e o mínimo, em janeiro, considerando-se as três épocas. Em plantas de cinco anos o maior conteúdo no caule é verificado no mês de janeiro e o menor em junho; os ramos não apresentam diferenças e as folhas apresentam valores crescentes em função das épocas, acumulando a maior quantidade em junho. A quantidade total de boro contida na parte aérea não mostra diferenças para os cafeeiros de dois anos; as plantas com três, quatro e cinco anos apresentam valores crescentes, atingindo o máximo em junho (Tabela 3). Nas fases de granação (janeiro) e de maturação (junho) as menores proporções entre as quantidades de boro contidas nas folhas e nos frutos são apresentadas pelos cafeeiros de quatro e cinco anos (Tabela 4). Em janeiro os cafeeiros de dois e cinco anos mostram os maiores percentuais de boro nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho os valores mais elevados são apresentados pelos cafeeiros de quatro anos (26,21%) e cinco anos (29,74%) (Tabela 5). Na cultivar Mundo Novo aos dez anos, estudada por CATANI

Tabela 2. Recrutamento de boro pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das idades, nas fases de repouso, granação e maturação

Partes da Planta	Equações de Regressão	R ²
Repouso (julho)		
Caule	$Y = -1,6 + 3,57825 X^{**}$	88,43
Ramos	$Y = -1,9688 + 6,0045 X^{**}$	92,18
Folhas	Não significativa	
Total	Não significativa	
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = 3,7794 - 3,92712 X + 1,759375 X^2^*$	97,26
Ramos	$Y = -7,46 + 8,883 X^{**}$	93,23
Folhas	Não significativa	
Frutos	$Y = -2,0225 + 5,021 X^*$	84,19
Total	$Y = 13,4125 + 29,26925 X^{**}$	86,64
Maturação (junho)		
Caule	$Y = 2,1563 + 1,98 X^{**}$	73,69
Ramos	$Y = 2,9313 + 5,905 X^{**}$	67,12
Folhas	$Y = -57,5906 + 148,09488 X - 25,578127 X^2^{**}$	54,82
Frutos	$Y = -0,7 + 21,3755 X^{**}$	94,73
Total	$Y = -95,5656 + 209,71789 X - 32,050629 X^2^{**}$	71,56

* Significativa ao nível de 5%

** Significativa ao nível de 1%

Tabela 3. Recrutamento de boro pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das fases fenológicas aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo

Partes da Planta	Equações de Regressão		R ²
	2 anos		
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	Não significativa		
Total	Não significativa		
3 anos			
Caule	$Y = 18,6075 - 14,48125 X + 3,65125 X^2*$		100,00
Ramos	$Y = 31,3325 - 26,75625 X + 7,92625 X^2*$		100,00
Folhas	$Y = 163,59 - 153,49 X + 52,747498 X^2**$		100,00
Total	$Y = 235,0025 - 230,2675 X + 78,392502 X^2**$		100,00
4 anos			
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	$Y = 128,4075 - 106,425 X + 33,9775 X^2*$		100,00
Total	$Y = 172,6475 - 146,82623 X + 50,988747 X^2**$		100,00
5 anos			
Caule	$Y = -1,825 + 20,4375 X - 5,599999 X^2**$		100,00
Ramos	Não significativa		
Folhas	$Y = -3,7517 + 44,87375 X**$		90,23
Total	$Y = -5,5992 + 81,3925 X**$		95,72

Tabela 4. Proporções folhas/frutos para as quantidades de micronutrientes recrutadas pelo cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de idade, nas fases de granação e maturação

Idades	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
anos	Granação (janeiro)				
2	5,72	0,63	3,42	4,61	2,11
3	10,15	1,67	3,07	6,12	3,41
4	5,28	1,01	2,43	2,92	1,26
5	3,33	0,95	3,95	4,38	1,09
	Maturação (junho)				
2	9,25	2,24	7,60	12,88	8,50
3	4,29	0,88	9,44	6,25	2,15
4	2,29	0,42	1,04	3,31	0,89
5	1,89	0,52	1,85	4,29	1,31

Tabela 5. Relações percentuais frutos/total parte aérea para as quantidades de micronutrientes no cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de idade, nas fases de granação e maturação

Idades	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- % -----				
anos	Granação (janeiro)				
2	13,14	34,95	17,55	15,04	20,33
3	7,56	19,36	9,63	9,89	12,85
4	11,75	26,47	13,70	16,32	22,46
5	15,08	23,97	5,77	11,16	20,51
	Maturação (junho)				
2	8,61	16,05	9,66	5,76	5,18
3	16,60	32,53	7,81	11,17	20,35
4	26,21	51,09	29,11	15,62	31,56
5	29,74	45,73	25,83	13,79	24,84

et alii (1967) o boro contido nos frutos corresponde a 5,13% do total contido na parte aérea. No estudo de CORRÊA *et alii* (1986) verifica-se para a cultivar Catuai, aos trinta, quarenta e dois, cinquenta e quatro e sessenta e seis meses de plantio no campo, os valores de 33,22%, 24,20%, 27,8% e 8,86% de boro contido nos frutos; para a cultivar Mundo Novo de idades semelhantes os percentuais são de 35,86%, 18,44%, 16,34% e 10,33%; os dados obtidos no presente estudo são superiores aos da cultivar Catuai relatados anteriormente na colheita referente aos cinco anos, e aos da cultivar Mundo Novo nas colheitas dos quatro e cinco anos.

Cobre

Os resultados observados para o recrutamento de cobre constam da Tabela 6 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 7 e 8. Em julho (fase de repouso) as quantidades de cobre acumuladas aumentam em função das idades, atingindo o maior valor no caule e ramos aos cinco anos, e nas folhas aos quatro anos. Em janeiro (fase de granação) e junho (fase de maturação) o maior conteúdo apresentado pelo caule, ramos e frutos ocorre aos cinco anos; para as folhas o valor máximo se dá aos quatro anos na fase de granação, e aos cinco anos na fase de maturação. O conteúdo total aumenta de acordo com as idades, alcançando os valores máximos aos cinco anos, nas três épocas consideradas (Tabela 7). Aos dois anos o caule e ramos não apresentam diferenças no conteúdo de cobre, em função das épocas; as folhas mostram valores crescentes, apresentando o máximo no mês de junho (maturação). Aos três, quatro e cinco anos as maiores quantidades de cobre acumuladas pelo caule, ramos e folhas são observadas no mês de janeiro (granação). O acúmulo total pela parte aérea verifica-se em junho para os cafeeiros de dois anos; as plantas de três, quatro e cinco anos apresentam os valores mais elevados em janeiro (granação) e os mais baixos em julho (repouso) (Tabela 8). Na fase de granação (janeiro) as menores proporções entre as quantidades de cobre contidas nas folhas e nos frutos são apresentadas

Tabela 6. Recrutamento de cobre pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação

Idades	Recrutamento de cobre (por cova)				
	Caule	Ramos	Folhas	Frutos	Total
	----- mg -----				
anos	Reposuo (julho)				
2	0,44	1,74	1,68	-	3,85
3	4,90	10,07	8,79	-	23,76
4	6,15	18,93	6,60	-	31,67
5	10,35	28,45	6,03	-	44,83
	Granação (janeiro)				
2	2,27	5,99	4,19	6,69	19,14
3	10,68	29,40	26,76	16,05	82,89
4	10,65	35,58	26,40	26,14	98,77
5	20,50	39,50	25,48	26,95	112,43
	Maturação (junho)				
2	2,01	9,34	8,48	3,79	23,62
3	8,94	20,68	21,74	24,76	76,11
4	7,18	15,00	17,07	41,00	80,25
5	9,89	21,96	24,82	47,76	104,43
CV%	34,78	33,24	25,23	26,97	17,61

Tabela 7. Recrutamento de cobre pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das idades, nas fases de repouso, granação e maturação

Partes da Planta	Equações de Regressão	R ²
Repouso (julho)		%
Caule	$Y = -2,2813 + 3,097 X^{**}$	96,16
Ramos	$Y = -7,455 + 8,9 X^{**}$	99,91
Folhas	$Y = -6,5375 + 10,67975 X - 1,91875 X^2$	77,57
Total	$Y = -6,6825 + 13,08375 X^*$	97,03
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -2,6425 + 5,4665 X^{**}$	89,64
Ramos	$Y = -23,4163 + 35,02675 X - 4,87125 X^2$	98,34
Folhas	$Y = -24,5356 + 35,71687 X - 5,873125 X^2$	93,14
Frutos	$Y = 1,2388 + 7,08675 X^{**}$	91,51
Total	$Y = -58,24 + 92,18126 X - 12,521251 X^2$	97,96
Maturação (junho)		
Caule	$Y = 1,5375 + 2,18625 X^{**}$	64,60
Ramos	$Y = 8,6938 + 3,22 X^*$	51,54
Folhas	$Y = 6,9425 + 4,4335 X^{**}$	64,69
Frutos	$Y = -25,4631 + 32,56838 X - 3,550626 X^2$	99,90
Total	$Y = -25,9175 + 60,03626 X - 7,076252 X^2$	93,27

Tabela 8. Recrutamento de cobre pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das fases fenológicas aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo

Partes da Planta	Equações de Regressão		R ²
	2 anos		
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	Y = -2,02 + 3,40125 X*		97,77
Total	Y = -4,2325 + 9,885 X**		90,95
3 anos			
Caule	Y = -8,38 + 17,0375 X - 3,755001 X ² *		100,00
Ramos	Y = -37,315 + 61,4125 X - 14,027499 X ² **		100,00
Folhas	Y = -32,185 + 52,4675 X - 11,4975 X ² **		100,00
Total	Y = -101,2725 + 157,9813 X - 32,951251 X ² **		100,00
4 anos			
Caule	Y = -6,325 + 16,4625 X - 3,987499 X ² *		100,00
Ramos	Y = -34,95 + 72,4875 X - 18,6125 X ² **		100,00
Folhas	Y = -42,3525 + 63,5175 X - 14,569999 X ² **		100,00
Total	Y = -121,04 + 195,51752 X - 42,807506 X		100,00
5 anos			
Caule	Y = -20,5625 + 41,29375 X - 10,381249 X ² **		100,00
Ramos	Y = -11,1875 + 53,93125 X - 14,293749 X ² **		100,00
Folhas	Y = -33,5425 + 49,62875 X - 10,05875 X ² **		100,00
Total	Y = -98,3725 + 181,00003 X - 37,800007 X ² **		100,00

pelos cafeeiros de dois e cinco anos; na fase de maturação (junho) os valores mais baixos correspondem aos cafeeiros de quatro e cinco anos (Tabela 4). Em janeiro os cafeeiros de dois e quatro anos mostram os maiores percentuais de cobre nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho os percentuais mais elevados ocorrem nas plantas com quatro anos (51,09%) e cinco anos (45,73%) (Tabela 5). Na cultivar Mundo Novo aos dez anos, estudada por CATANI *et alii* (1967) o cobre contido nos frutos equivale a 10,83% do total. No estudo de CORREA *et alii* (1986) verifica-se que na primeira, segunda, terceira e quarta colheitas, os percentuais de cobre contidos nos frutos são de 48,75%, 40,14%, 35,63% e 35,34% para a cultivar Catuai; para a cultivar Mundo Novo são de 54,95%, 36,55%, 25,41% e 4,35%; para as duas cultivares os valores são maiores que os apresentados no estudo presente na primeira e segunda colheitas, ocorrendo o inverso na terceira e quarta colheitas.

Ferro

Os resultados observados para o recrutamento de ferro constam da Tabela 9, e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 10 e 11. Em julho os ramos mostram valores crescentes em função das idades, apresentando a maior quantidade acumulada de ferro aos cinco anos; no caule e folhas não ocorrem diferenças. No mês de janeiro o caule e ramos acumulam as maiores quantidades nas plantas de cinco anos, mas as folhas e frutos não mostram diferenças para as diversas idades. Em junho o conteúdo no caule, ramos e frutos aumenta até os cinco anos quando atinge o valor mais alto; as folhas acumulam a maior quantidade aos quatro anos. A acumulação total de ferro pelo cafeeiro não apresenta diferenças em julho; nos meses de janeiro e junho os maiores valores são verificados em plantas com cinco anos (Tabela 10). Aos dois anos, o caule, ramos e folhas não apresentam diferenças no conteúdo de ferro, em função das épocas. Aos três e quatro anos o caule,

Tabela 9. Recrutamento de ferro pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação

Idades	Recrutamento de ferro (por cova)				
	Caule	Ramos	Folhas	Frutos	Total
anos	----- mg -----				
Repouso (julho)					
2	5,75	3,06	110,76	-	119,56
3	113,83	144,55	86,08	-	344,46
4	121,76	247,45	89,88	-	459,09
5	313,06	312,85	146,83	-	772,74
Granação (janeiro)					
2	36,70	58,53	254,61	74,48	424,31
3	206,20	243,20	218,62	71,21	739,23
4	255,85	359,35	385,41	158,91	1.159,52
5	912,40	538,48	463,13	117,15	2.031,16
Maturação (junho)					
2	48,49	108,16	680,60	89,54	926,79
3	488,31	375,10	3.463,68	366,76	4.693,86
4	606,20	635,90	927,43	890,98	3.060,51
5	693,48	610,96	2.371,52	1.279,89	4.955,85
CV%	74,52	51,66	62,53	104,44	42,21

Tabela 10. Recrutamento de ferro pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das idades, nas fases de repouso, granação e maturação

Partes da Planta	Equações de Regressão	R ²
Repouso (julho)		%
Caule	Não significativa	
Ramos	$Y = -81,0888 + 103,22675 X^{**}$	97,35
Folhas	Não significativa	
Total	Não significativa	
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = 292,4044 - 341,13313 X + 121,761877 X^{2*}$	94,05
Ramos	$Y = -89,1075 + 155,59849 X^{**}$	99,28
Folhas	Não significativa	
Frutos	Não significativa	
Total	$Y = -221,6513 + 524,08201 X^{**}$	94,27
Maturação (junho)		
Caule	$Y = -54,0938 + 205,28501 X^{**}$	85,65
Ramos	$Y = -9,7688 + 176,92001 X^{**}$	86,13
Folhas	$Y = -447,0567 + 1927,39064 X - 334,748077 X^{2**}$	15,11
Frutos	$Y = -367,0263 + 409,52652 X^{**}$	98,77
Total	$Y = -1543,8642 + 3385,04093 X + 467,931824 X^{2**}$	61,40

Tabela 11. Recrutamento de ferro pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das fases fenológicas aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo

Partes da Planta		Equações de Regressão	R ²
		2 anos	%
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	Não significativa		
Total	Não significativa		
		3 anos	
Caule	$Y = -105,035 + 187,24126 X^*$		92,12
Ramos	$Y = 23,7367 + 115,27375 X^*$		99,31
Folhas	$Y = 3066,0548 - 4536,23727X + 1556,259926X^2^{**}$		100,00
Total	$Y = 3509,5301 - 4944,99634X + 1779,923767X^2^{**}$		100,00
		4 anos	
Caule	$Y = -156,5008 + 242,21876 X^{**}$		93,77
Ramos	$Y = 25,7833 + 194,22501 X^{**}$		94,35
Folhas	$Y = -369,9792 + 418,77625 X^*$		97,19
Total	$Y = -1041,7092 + 1300,70752 X^{**}$		93,37
		5 anos	
Caule	$Y = -1104,5375 + 1826,73129X - 409,131256X^2^{**}$		100,00
Ramos	$Y = 189,3167 + 149,05626 X^*$		91,92
Folhas	$Y = 1422,6049 - 2071,82238X + 796,042473 X^2^{**}$		100,00
Total	$Y = -1596,5284 + 2091,55383 X^{**}$		94,98

ramos e folhas acumulam quantidades crescentes em função das épocas, atingindo o conteúdo máximo em junho. Nos cafeeiros de cinco anos o conteúdo mais elevado no caule ocorre no mês de janeiro, mas nos ramos e folhas as maiores quantidades acumuladas são observadas em junho. Para os cafeeiros de dois anos não há diferenças no conteúdo total, em função das épocas consideradas; nas plantas de três, quatro e cinco anos a acumulação aumenta de acordo com as épocas, atingindo o valor mais elevado em junho (Tabela 11). Em janeiro (fase de granação) as menores proporções entre as quantidades de ferro contidas nas folhas e frutos são observadas nos cafeeiros de três e quatro anos; em junho (fase de maturação) os menores valores são apresentados aos quatro e cinco anos (Tabela 4). Em janeiro as plantas de dois e quatro anos apresentam os maiores percentuais de ferro nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho os valores mais altos ocorrem nos cafeeiros de quatro anos (29,11%) e cinco anos (25,83%) (Tabela 5). Na cultivar Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI *et alii* (1967) o ferro contido nos frutos corresponde a 1,7% do total. No estudo de CORRÊA *et alii* (1986) verifica-se que a cultivar Catuai apresenta os valores de 29,78%, 45,14%, 29,16% e 3,15%, e a cultivar Mundo Novo 21,82%, 41,77%, 20,34% e 25,42% para a primeira, segunda, terceira e quarta colheitas; para as duas cultivares os valores são mais elevados que os apresentados no presente estudo na primeira e segunda colheitas; na terceira colheita, a cultivar Catuai mostra valor semelhante e a Mundo Novo, valor mais baixo; na quarta colheita a cultivar Mundo Novo apresenta valor semelhante, e a Catuai o valor mais baixo.

Manganês

Os resultados observados para o recrutamento de manganês constam da Tabela 12 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 13 e 14. Verifica-se que no mês de julho (fase de repouso) o caule e os ramos acumulam quantidades crescentes de manganês em função

Tabela 12. Recrutamento de manganês pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação

Idades	Recrutamento de manganês (por cova)				
	Caule	Ramos	Folhas	Frutos	Total
anos	----- mg -----				
Repouso (julho)					
2	4,19	28,52	221,98	-	254,68
3	40,34	138,09	372,54	-	550,96
4	42,46	208,53	206,52	-	457,51
5	103,95	391,50	212,62	-	708,07
Granação (janeiro)					
2	11,38	33,04	197,55	42,85	284,82
3	49,26	200,03	511,17	83,49	843,94
4	85,24	269,70	468,09	160,46	983,49
5	179,80	411,28	723,46	165,10	1.479,63
Maturação (junho)					
2	17,14	103,15	445,62	34,60	600,51
3	86,79	215,38	1.108,19	177,35	1.587,70
4	101,55	240,16	542,39	163,68	1.047,78
5	147,53	357,86	1.101,07	256,93	1.863,39
CV %	55,35	32,35	44,43	36,51	27,51

Tabela 13. Recrutamento de manganês pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das idades, nas fases de repouso, granação e maturação

Partes da Planta	Equações de Regressão	R ²
	Repouso (julho)	%
Caule	Y = -27,6213 + 30,142 X**	88,39
Ramos	Y = -98,185 + 115,93725 X**	96,42
Folhas	Não significativa	
Total	Y = 176,125 + 126,67125 X*	74,51
	Granação (janeiro)	
Caule	Y = -53,8887 + 54,12375 X**	93,69
Ramos	Y = -72,585 + 120,43801 X**	97,85
Folhas	Y = 91,4012 + 153,46501 X**	84,07
Frutos	Y = 2,0438 + 44,3725 X**	91,50
Total	Y = -33,0287 + 372,39924 X**	95,71
	Maturação (junho)	
Caule	Y = -13,2313 + 40,5925 X**	94,16
Ramos	Y = 31,9063 + 78,8925 X**	95,01
Folhas	Y = 449,18 + 140,055 X**	25,98
Frutos	Y = -5,1875 + 65,32975 X**	83,95
Total	Y = 462,6671 + 324,87 X**	55,52

Tabela 14. Recrutamento de manganês pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das fases fenológicas aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo

Partes da Planta		Equações de Regressão	R ²
		2 anos	%
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	Não significativa		
Total	Não significativa		
		3 anos	
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	$Y = -71,6858 + 367,825 X^{**}$		88,54
Total	$Y = -42,5392 + 518,36877 X^{**}$		94,07
		4 anos	
Caule	$Y = 17,33 + 29,54375 X^*$		93,73
Ramos	Não significativa		
Folhas	$Y = 69,7975 + 167,93375 X^*$		90,61
Total	$Y = 239,3233 + 295,13374 X^{**}$		83,06
		5 anos	
Caule	$Y = -80,025 + 238,03749 X - 54,062496 X^2^*$		100,00
Ramos	Não significativa		
Folhas	$Y = -209,41 + 444,22875 X^{**}$		99,26
Total	$Y = 195,0428 + 577,65918 X^{**}$		96,38

das idades, com o maior valor aos cinco anos; nessa época não ocorre diferenças no conteúdo das folhas. Nos meses de janeiro (fase de granação) e junho (fase de maturação) o caule, ramos, folhas e frutos apresentam o maior conteúdo aos cinco anos. A acumulação total do nutriente aumenta de acordo com as idades, alcançando o máximo aos cinco anos (Tabela 13). Aos dois anos não há diferenças nas quantidades acumuladas pelo caule, ramos e folhas, em função das épocas. Aos três anos o caule e ramos não mostram diferenças no conteúdo de manganês, e as folhas apresentam quantidades crescentes até no mês de junho, quando ocorre o valor máximo. Nos cafeeiros de quatro anos as quantidades mais elevadas ocorrem no caule e folhas no mês de junho, não havendo diferenças no conteúdo dos ramos. Aos cinco anos o caule mostra a maior acumulação em janeiro, as folhas em junho, e os ramos não apresentam diferenças entre as três épocas. O conteúdo total ocorre no mês de junho para os cafeeiros de três, quatro e cinco anos, não havendo diferenças para os cafeeiros de dois anos (Tabela 14). Em janeiro e junho as menores proporções entre as quantidades de manganês contidas nas folhas e frutos são observadas nos cafeeiros de quatro e cinco anos (Tabela 4). Em janeiro as plantas de dois e quatro anos apresentam os maiores percentuais de manganês nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho os valores mais elevados são apresentados pelos cafeeiros de quatro anos (15,62%) e cinco anos (13,79%) (Tabela 5). O manganês contido nos frutos corresponde a 3,36% na cultivar Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI *et alii* (1967). A cultivar Catuai acumula nos frutos 26,36%, 13,65%, 18,97% e 2,73% e a cultivar Mundo Novo 22,99%, 7,67%, 8,81% e 3,71% nas plantas com trinta, quarenta e dois, cinquenta e quatro e sessenta e seis meses após o plantio no campo, conforme é verificado no estudo de CORRÊA *et alii* (1986); em relação aos dados obtidos no presente estudo a cultivar Catuai apresenta valores mais elevados na primeira, segunda e terceira colheitas e o valor mais baixo na quarta colheita; a cultivar Mundo Novo apresenta o valor mais elevado na

primeira colheita e valores inferiores na segunda, terceira e quarta colheitas.

Zinco

Os resultados observados para o recrutamento de zinco constam da Tabela 15 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 16 e 17. Verifica-se que em julho (fase de repouso) os ramos acumulam quantidades crescentes de zinco em função das idades, apresentando o maior valor aos cinco anos, nessa época não ocorrem diferenças no conteúdo do caule e folhas. Em janeiro (fase de granação) o caule, ramos e frutos apresentam o maior conteúdo aos cinco anos, e as folhas aos quatro anos. No mês de junho (fase de maturação) os ramos, folhas e frutos das plantas com cinco anos mostram a maior acumulação do nutriente, mas não há diferenças para o caule. Nas três épocas o conteúdo total é crescente em função das idades, apresentando a maior acumulação aos cinco anos (Tabela 16). Aos dois anos as maiores quantidades de zinco nas folhas são acumuladas no mês de junho; para as duas idades o caule e os ramos não apresentam diferenças em função das épocas. Os cafeeiros de quatro anos acumulam as maiores quantidades no caule, ramos e folhas, no mês de janeiro. Aos cinco anos o maior conteúdo no caule ocorre em janeiro, nas folhas em junho, e os ramos não mostram diferenças nas três épocas. O conteúdo total de zinco apresenta os valores máximos em junho, para os cafeeiros de dois, três e cinco anos; para os cafeeiros de quatro anos, o maior conteúdo ocorre em janeiro (Tabela 17). Em janeiro e junho as menores proporções entre as quantidades de zinco acumuladas nas folhas e frutos ocorrem nos cafeeiros de quatro e cinco anos (Tabela 4). Em janeiro as plantas de quatro e cinco anos apresentam as maiores relações percentuais de zinco nos frutos quando comparadas ao total contido na parte aérea; em junho os valores mais elevados também são apresentados pelas plantas de quatro anos (31,56%) e cinco anos (24,84%). (Tabela 5). O zinco contido nos frutos corresponde a 8,28% na cultivar

Tabela 15. Recrutamento de zinco pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação

Idades	Recrutamento de zinco (por cova)				
	Caule	Ramos	Folhas	Frutos	Total
anos	----- mg -----				
	Repouso (julho)				
2	0,33	1,64	3,01	-	4,97
3	2,46	6,70	8,12	-	17,28
4	2,89	9,88	6,42	-	19,19
5	3,93	18,70	7,74	-	30,36
	Granação (janeiro)				
2	1,58	5,41	8,14	3,86	18,99
3	5,00	11,78	16,99	4,98	38,74
4	12,67	21,60	19,72	15,64	69,63
5	14,55	26,35	15,93	14,66	71,48
	Maturação (junho)				
2	0,88	11,95	11,14	1,31	25,27
3	4,31	15,76	24,36	11,35	55,78
4	3,75	13,98	12,27	13,83	43,82
5	4,90	27,46	24,66	18,94	75,86
CV %	57,86	51,54	32,21	26,27	26,03

Tabela 16. Recrutamento de zinco pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das idades nas fases de repouso, granação e maturação

Partes da Planta	Equações de Regressão	R ²
Repouso (julho)		
Caule	Não significativa	
Ramos	$Y = -4,3613 + 5,436 X^{**}$	95,86
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = -1,5688 + 7,8075 X^{**}$	93,94
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -3,1975 + 4,659 X^{**}$	95,06
Ramos	$Y = -1,875 + 7,26375 X^{**}$	98,40
Folhas	$Y = -7,1363 + 18,41525 X - 3,16125 X^2^{**}$	99,99
Frutos	$Y = -0,9788 + 4,30475 X^{**}$	79,73
Total	$Y = 2,6188 + 18,8365 X^{**}$	91,69
Maturação (junho)		
Caule	Não significativa	
Ramos	$Y = 6,1 + 4,475 X^{**}$	68,90
Folhas	$Y = 10,9888 + 2,8475 X^{**}$	24,63
Frutos	$Y = -2,4413 + 5,50775 X^{**}$	93,00
Total	$Y = 15,2288 + 13,9815 X^{**}$	72,31

Tabela 17. Recrutamento de zinco pelo cafeeiro cultivar Catuai em função das fases fenológicas aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo

Partes da Planta	Equações de Regressão		R ²
	2 anos		
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	Y = -0,7042 + 4,06625 X*		97,77
Total	Y = -3,8867 + 10,14875 X**		95,38
3 anos			
Caule	Não significativa		
Ramos	Não significativa		
Folhas	Y = 0,2517 + 8,11875 X**		99,72
Total	Y = -1,2317 + 19,24875 X**		99,56
4 anos			
Caule	Y = -25,605 + 37,84625 X - 9,35375 X ² **		100,00
Ramos	Y = -21,2 + 40,75 X - 9,675 X ² *		100,00
Folhas	Y = -27,6125 + 44,405 X - 10,37 X ² **		100,00
Total	Y = -107,505 + 164,81375 X - 38,123751 X ² **		100,00
5 anos			
Caule	Y = -26,975 + 41,0375 X - 10,1375 X ² **		100,00
Ramos	Não significativa		
Folhas	Y = -0,815 + 8,46125 X ² **		99,97
Total	Y = -47,05 + 96,23374 X - 18,371247 X ² **		100,00

Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI *et alii* (1967). A cultivar Catuai acumula nos frutos 32,08%, 18,55%, 26,43% e 7,37% e a cultivar Mundo Novo 29,97%, 17,10%, 15,63% e 7,73% na primeira, segunda, terceira e quarta colheitas, conforme pode ser verificado no estudo de CORRÊA *et alii* (1986), em relação aos dados obtidos no presente estudo as duas cultivares apresentam valores mais elevados na primeira colheita e valores mais baixos nas três colheitas seguintes.

CONCLUSÕES

A maior acumulação de cobre, manganês e zinco pela parte aérea ocorre nos meses de julho, janeiro e junho, em cafeeiros com cinco anos; a acumulação de boro e ferro varia em função das épocas;

O cafeeiro aos cinco anos de campo exporta através da colheita, em função do conteúdo total da planta, 30% de B, 46% de Cu, 26% de Fe, 14% de Mn e 25% de Zn.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CATANI, R.A.; PELLEGRINO, D.; BITTENCOURT, V.C.; JACINTHO, A.O.; GRANER, C.A.F. A concentração e a quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Mundo Novo (B. Rodr.) choussy) aos dez anos de idade. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 24:97-106, 1967.

CORRÊA, J.B.; GARCIA, A.W.; COSTA, P.C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 13., São Lourenço, 1986. *Anais*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1986. p.35-41.

DAGNELIE, P. *Principles d'experimentation*. Gembloux, Les Presses Agronomiques de Gembloux, 1981. 125p.

GARCIA, A.W.R. Retirada de nutrientes pela produção do cafeeiro cultivares Mundo Novo, Catuai e Catimor. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8.*, Campos do Jordão, 1981. *Anais*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro do Café, 1981. p.3-6.

SARRUGE, J.R.; ANDRADE, R.G.; GOMES, L.; ARZOLA, S.; GRANER, E.A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XIX. Extração de micronutrientes na colheita pelas variedades "Mundo Novo", "Caturra Amarelo" e "Bourbon Amarelo". *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 23:85-93, 1966.

SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ, Departamento de Química, 1974. 56p.

Entregue para publicação em: 31/08/89

Aprovado para publicação em: 29/12/89