ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA, RECRUTAMENTO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELO CAFEEIRO (*Coffea arabica* L. cv. CATUAÍ) COM DOIS, TRÊS, QUATRO E CINCO ANOS DE IDADE, NAS FASES FENOLÓGICAS DE REPOUSO, GRANAÇÃO E MATURAÇÃO. VEGETANDO EM UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, FASE CERRADO.

SÉRGIO CIETTO
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Orientador: Prof. Dr. HENRIQUE PAULO HAAG

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro de 1988

À minha esposa MAGDA
Aos meus filhos LUCIANA e
ROGÉRIO
Aos meus pais ARMELINDO e
IGNEZ
À Mana MARIA JOSÉ

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag pela orientação e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Décio Barbin pelo apoio durante o desenvolvimento do plano experimental;

Às funcionárias do Laboratório de Química da ESA "Luiz de Queiroz", Lúcia Helena S. Pavan, Lurdes Aparecida Dário e Myrtes Sesso, pela colaboração durante a fase de análises químicas do material;

Aos funcionários do Centro de Informática na Agricultura-CIAGRI, pelo processamento dos dados experimentais;

Ao Sr. Antonio Carlos Lara Nogueira, proprietário da Fazenda Santo Izidro, pelo fornecimento do material necessário ao presente estudo;

À Duratex Florestal S/A, Jundiaí, SP, pelo fornecimento das informações climatológicas;

À Coordenadoria de Assistência Técnica Integral-CATI, pela oportunidade concedida para a realização do curso;

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pelo oferecimento do curso e oportunidade de aperfeiçoamento;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pelo apoio.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Matéria Seca.....	21
4.2. Macronutrientes.....	28
4.2.1. Nitrogênio.....	28
4.2.2. Fósforo.....	36
4.2.3. Potássio.....	41
4.2.4. Cálcio.....	46
4.2.5. Magnésio.....	51
4.2.6. Enxofre.....	56
4.3. Micronutrientes.....	61
4.3.1. Boro.....	61
4.3.2. Cobre.....	68
4.3.3. Ferro.....	73
4.3.4. Manganês.....	78

4.3.5. Zinco.....	83
5. OBSERVAÇÕES GERAIS.....	88
6. CONCLUSÕES.....	97
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98

ACUMULAÇÃO DE MATÉRIA SECA, RECRUTAMENTO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELO CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L. cv. CATUAÍ) COM DOIS, TRÊS, QUATRO E CINCO ANOS DE IDADE, NAS FASES FENOLÓGICAS DE REPOUSO, GRANAÇÃO E MATURAÇÃO, VEGETANDO EM UM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, FASE CERRADO.

Autor: Sérgio Cietto

Orientador: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

RESUMO

Em uma plantação de cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Catuai) com dois, três, quatro e cinco anos de idade no campo, situada em Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado, na Fazenda Santo Izidro, município de Salto, SP, determinou-se a acumulação de matéria seca e recrutamento de macro e micronutrientes (exceto cloro e molibdênio) no caule, ramos, folhas e frutos, durante as fases fenológicas de repouso, granação e maturação.

Concluiu-se que:

- A idade de maior acumulação de matéria seca e nutrientes pelo caule, ramos e folhas varia em função das épocas

cas; constitui exceção o potássio que mostra os valores mais elevados aos cinco anos, para as três épocas;

- A maior acumulação de matéria seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cobre, manganês e zinco pela parte aérea nos meses de julho, janeiro e junho, ocorre em cafeeiros com cinco anos; a acumulação de magnésio, enxofre, boro e ferro varia em função das épocas;

- Em janeiro e junho os cafeeiros de cinco anos acumulam as maiores quantidades de matéria seca e nutrientes nos frutos; o cálcio e o ferro não mostram diferenças entre as idades, no mês de janeiro;

- O cafeeiro aos cinco anos de campo exporta através da colheita, em função do conteúdo total na planta 45% de N, 56% de P, 62% de K, 26% de Ca, 32% de Mg, 37% de S, 30% de B, 46% de Cu, 26% de Fe, 14% de Mn e 25% de Zn.

DRY MATTER PRODUCTION AND RECRUITMENT OF THE MACRO AND MICRO-NUTRIENTS BY COFFEE PLANTS (*Coffea arabica* L. cv. CATUAI) WITH TWO, THREE, FOUR AND FIVE YEARS OLD GROWING IN A RED-YELLOW LATOSSOL (USTOX).

Author: Sergio Cietto

Adviser: Prof. Dr. Henrique Paulo Haag

SUMMARY

From a coffee plantation situated on a Red-yellow Latossol in the Santo Izidro farm near Salto, State of São Paulo, Brazil, coffee plants with two, three, four and five years old were cut near the ground level of the soil at the followings grown periods: july (grow 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 for N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn by laboratory conventional methods.

The author concluded:

- The major age of dry matter accumulation and nutrients by the stem, branches and leaves during the months

of july, january and june differs with the season, except for potassium which showed the highest accumulation at five years old plants in all grown stages.

- The greatest production of dry matter and extraction of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, copper, manganese and zinc occurs in the aerial parts of the five years old coffee plants during the months of july, january and june. The accumulation of magnesium, sulphur, boron and iron differ during the different ages of the tree..

- During the months of january and june the five years old tree accumulated the greatest quantities of dry matter and nutrients in the fruits. Calcium and iron accumulation doesn't shown differences among the ages in the month of january.

- Fruits of five years old coffee trees exports through-out the following percentage interms of the total content in the tree: N-45%, P-56%, K-62%, Ca-26%, Mg-32%, S-37%, B-30%, Cu-46%, Fe-26%, Mn-14% and Zn-25%,

1. 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.

No Brasil os estudos conduzidos para determinar as necessidades nutricionais do cafeeiro tiveram início com DAFERT et BRAGA (1929) e até os dias atuais os trabalhos realizados são em número insuficiente, tendo em conta a importância econômica da cultura. A cafeicultura ocupa atualmente regiões com diferentes condições de clima e solo, o que leva a concluir que novas informações devem ser acrescentadas.

A cultivar que tem recebido a preferência na exploração cafeeira é a Catuai, que teve origem a partir de um cruzamento artificial entre as cultivares Caturra Amarelo e Mundo Novo, realizada pela Seção de Genética do Instituto Agrônomo de Campinas. A palavra Catuai na linguagem indígena significa "muito bom", de acordo com o relatado em CARVALHO et MÔNACO (1972).

O presente estudo, utilizando cafeeiros da cultivar Catuai com diferentes idades, pretende determinar:

~ produção de matéria seca e recrutamento de macro e micronutrientes em plantas de dois, três, quatro e cinco anos de idade no campo;

~ produção de matéria seca e recrutamento de macro e micronutrientes nos meses de julho (fase de repouso), janeiro (fase de granação) e junho (fase de maturação).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As primeiras informações acerca da composição mineral do cafeeiro publicadas nos Annuarios Agrícolas Prussia nos em 1893, traduzidas para o português e publicadas no Bra-sil, são de autoria de DAFERT* et BRAGA (1929).

Segundo os autores: "*É, pois, sem fundamento o procedimento, até hoje praticado, de basear a estrumação artificial dos cafesaes somente na composição da cinza do grão de café. O ponto principal do problema da estrumação dos cafesaes não é a estrumação do grão, mas sim a de toda a arvore*". Afir-maram ainda que: "*A questão por ora, não está resolvida; mas esperamos que, observando os princípios expostos, a solução serã apenas um problema resultante do tempo*".

Os autores coletaram árvores de café das variededades Maragogipe, Bourbon, Botucatu e Nacional, existentes nos municípios de Itatiba e Campinas, SP. Determinaram o peso da

* Franz Wilhelm Dafert, austríaco, químico agrícola, foi o primeiro Diretor da Estação Agronômica (1887) transformada em Instituto Agronômico do Estado de São Paulo (1892). Administrou a Fazenda São João da Montanha (1892) que se transformou na atual Escola Superior de Agricultura "Luiz de Quei-roz".

matéria seca e a composição química das raízes, tronco, ramos, folhas e frutos, que foram subdivididos em casca e grãos. Alguns dos resultados acham-se nas Tabelas 1 e 2. São dados de valor histórico e permitem calcular as quantidades de "substâncias alimentícias minerais de que precisa o cafeeiro para poder viver regularmente". Os autores fazem uma observação interessante ao mencionar que "as quantidades de substâncias alimentícias (especialmente a cal) contidas no grão do café, comparadas às que sahem do solo pela própria árvore, principalmente nos primeiros annos, são insignificantes".

Decorridos sessenta e cinco anos após as primeiras informações sobre a composição química do cafeeiro surge o trabalho de CATANI et MORAES (1958) em que coletaram três plantas por cova de cafeeiro (*Coffea arabica* var. Bourbon Vermelho) com 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3 1/2, 4, 4 1/2 e 5 anos de idade que foram separados em raízes, tronco, ramos, folhas e frutos.

Tabela 1 - Acumulação total de nutrientes pela raiz, tronco, ramos e folhas do Café Nacional*.

IDADE (anos)	P	K	Ca	Mg
	g	g	g	g
1	0,006	0,099	0,041	0,011
2	0,028	0,458	0,221	0,065
3	0,343	5,680	1,960	0,758
4	0,776	13,783	6,267	1,670
6	2,885	49,754	23,875	6,381
10	5,991	102,903	56,070	15,101
40	14,684	253,682	144,739	38,293

* Dados originais expressos em P205, K20, CaO e MgO

Tabela 2 - Recrutamento anual de nutrientes pelo Café Nacional*.

IDADE (anos)	P	K	Ca	Mg
	g	g	g	g
Raiz, Tronco, Ramos e Folhas				
4	0,45	8,13	3,59	0,94
6	1,04	17,98	8,87	2,35
10	0,77	13,28	8,04	2,18
40	0,29	5,02	2,99	0,77
Frutos				
4	0,17	1,48	0,10	0,19
6	0,87	7,41	0,52	0,97
10	1,75	14,83	1,05	1,95
40	0,35	2,96	0,21	0,39
Total				
4	0,63	9,62	3,69	1,14
6	1,92	25,40	9,40	3,33
10	2,53	28,12	9,09	4,13
40	0,64	7,99	3,20	1,16

* Dados originais expressos em P₂₀₅, K₂₀, CaO e MgO.

As árvores vegetavam em um solo denominado "terra-roxa-misturada"* no município de Campinas, SP. Os autores determinaram a variação na concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas diversas partes do cafeeiro. Além disso, a pesquisa teve por objetivo esclarecer a quantidade média dos macronutrientes recrutados pelas plantas.

Verificaram que há uma variação periódica na concentração dos elementos nas folhas e nos frutos. No mês de janeiro, a concentração é mais elevada do que em julho, constituindo exceção o cálcio que não segue a mesma variação. No tronco, ramos e raízes a variação na concentração dos elementos é menos pronunciada quanto a das folhas e frutos. As quantidades médias de elementos recrutados pela planta, admitindo-se três cafeeiros por cova como uma planta, com cinco anos de idade é: 117,5g N, 16,4g P₂O₅, 121,3g K₂O, 77,1g CaO e 23,5g MgO.

ARZOLLA et alii (1963) determinaram a quantidade de macronutrientes existentes no grão e na casca do café cereja das variedades "Mundo Novo", "Caturra Amarelo" e "Bourbon Amarelo". As amostras foram colhidas em plantações situadas nos solos "terra roxa legítima"*** (Ribeirão Preto), "massa pé-salmourão"*** (Mococa) e "arenito Bauru"****(Pindorama) todos

* Latossolo Roxo com contribuição de arenito

** Latossolo Roxo

*** Latossolo Vermelho Amarelo

**** Podzólico de Lins e Marília

localizados no Estado de São Paulo. Os autores concluíram que não há diferenças na composição química das variedades. Há efeito do local da amostragem nas concentrações de nitrogênio e potássio. Do total de nutrientes contidos no café, as seguintes proporções são exportadas: N-2/3, P e K-1/2, Ca, Mg e S-2/3. Uma grande quantidade de nutrientes extraídos do solo permanece na casca e os autores recomendam a conveniência de devolvê-las à plantação na forma de adubos.

A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro (*Coffea arabica* var. *typica* L.) foi determinada por MORAES et CATANI (1964). Colheram frutos desde a flor até o estágio de cereja, de pés com quarenta anos de idade vegetando em um solo "terra-roxa-misturada" no município de Campinas, SP.

No material coletado determinaram as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

Os autores concluíram que a concentração dos elementos é maior na flor do que em qualquer outro estágio de maturação. O inverso ocorre com a concentração de matéria seca em consequência da redução progressiva do teor de água no fruto. A acumulação de matéria seca no fruto intensifica-se a partir do 4º mês após o florescimento. O mesmo fenômeno ocorre com a absorção de nitrogênio, fósforo e potássio. Novo incremento é observado no 6º e 7º mês após o florescimento. Nos dois meses que antecedem ao estágio final de maturação, o fruto do cafeeiro acumula 43% de seu peso seco, absorvendo 49% do nitrog

gênio, 36% do fósforo e 39% do potássio, relativamente às quantidades que contém quando da maturação completa.

Em 1965, CATANI et alii (1965) determinaram a concentração e as quantidades de macronutrientes no tronco, ramos, folhas e frutos do cafeeiro (*Coffea arabica* var. Mundo Novo) aos dez anos de idade, vegetando em um Latossolo Vermelho no município de Piracicaba, SP. A adubação empregada por cova no plantio foi de 20 kg de estêrco (120 g N, 40 g P205, 90 g K20). Além disso, a partir de 1958 as plantas vinham sendo adubadas e até 1962 haviam recebido mais 140 g de N, 100 g de P205 e 150 g de K20.

Os autores consideraram como unidade a cova com quatro plantas de café. Coletaram duas plantas (8 plantas) e separaram em tronco, ramos, folhas e frutos. As partes foram secadas e analisadas para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Os autores concluíram que as quantidades de macronutrientes recrutadas pelo cafeeiro aos dez anos de idade para o desenvolvimento de seu tronco, ramos e folhas é de: 219,3 g N, 15,5 g P, 179,9 g K, 135,7 g Ca, 29,4 g Mg e 23,6 g S. A produção de frutos (2.770 g - peso verde) exigem: 21,0 g N, 2,1 g P, 26,7 g K, 2,7 g Ca, 1,7 g Mg e 1,4 g S.

SARRUGE et alii (1966) determinaram os teores de micronutrientes 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. O tipo de solo influi na composição química. As médias encontradas em ppm de matéria seca são os seguintes:

	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Grão	16	15	60	20	0,05	12
Casca	34	18	150	29	0,07	70

Observaram ainda que em um saco de café em co-co, as quantidades de micronutrientes são aproximadamente idênticas na casca e no grão, como se observa na Tabela 3.

Tabela 3 - Quantidades de micronutrientes exportadas pelo café limpo e retidas na casca.

Elemento	60kg de Café Beneficiado g	Correspondente 30kg de casca g	Total g
B	0,96	1,02	1,98
Cu	0,80	0,54	1,34
Fe	3,60	4,50	8,10
Mn	1,20	0,87	2,07
Mo	0,003	0,002	0,005
Zn	0,72	2,10	2,82

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, fôlhas e frutos. As partes foram secadas e analisadas químicamente para os micronutrientes.

Os autores concluíram que as folhas constituem a parte mais rica em micronutrientes e o tronco a mais pobre. O molibdênio é o micronutriente que ocorre em menor concentração, variando de 0,03 a 0,05 ppm no tronco e de 0,21 a 0,23 ppm nas folhas; o cloro é o que se apresenta com maior teor, variando de 140 a 220 ppm no tronco e de 6.280 a 7.350 ppm 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: 555 mg de boro (B), 37.157 mg de cloro (Cl), 214 mg de cobre (Cu), 3.765 mg de ferro (Fe), 776 mg de manganês (Mn), 1,6 mg de molibdênio (Mo) e 144 mg de zinco (Zn). Tomando-se como 2.000 quilos de café em côco a produção de 1.000 pés a quantidade removida é de 24 g de boro (B), 3.380 g de cloro (Cl), 21 g de cobre (cu), 55 g de ferro (Fe), 19 g de manganês (Mn), 0,15 g de molibdênio (Mo) e 11 g de zinco (Zn).

No mesmo ano CATANI et alii (1967) determinaram a variação na concentração e na quantidade de macro e micronutrientes no fruto do cafeeiro (*Coffea arabica* var. Bourbon Vermelho) de nove anos durante o seu desenvolvimento, através da análise de amostras colhidas mensalmente.

O cafeeiro estava vegetando num Latossolo Roxo no município de Charqueada, SP. As amostras dos frutos foram coletadas nos meses de dezembro, fevereiro, março, abril, maio e junho. Os autores observaram que os frutos exigem continuamente todos os macronutrientes desde o início da sua formação até a maturação. Com relação aos micronutrientes, o boro, cobre, ferro e molibdênio também são solicitados continuamente, ao passo que o manganês e o zinco deixam de ser acumulados nos dois últimos meses de seu ciclo formativo. A exigência quantitativa de micronutrientes obedece a seguinte ordem decrescente: Fe, Mn, Cu, Bo, Zn e Mo. O potássio contribui com 52% e o nitrogênio com 34% da quantidade total de macronutrientes acumulados. O ferro corresponde a 39% e o manganês a 33% da quantidade total de micronutrientes acumulados.

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 côco. O autor conclui 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 apresentavam-se semelhantes. Os frutos da cultivar Mundo Novo apresentavam concentração mais elevada de zinco que a Catuai, a 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 retorno da palha à lavoura representa a devolução de 40% do N, 37% do P, 60% do K, 65% do Ca, 32% do Mg, 53% do S e mais da metade dos micronutrientes extraídos pela colheita.

A concentração de nutrientes nos frutos e folhas e a exportação de nutrientes pela colheita durante um ciclo produtivo do cafeeiro (*Coffea arabica* var. Catuai) foi estudada por CHAVES (1982) em plantas com cinco anos de idade situadas em um Latossolo Roxo, distrófico, no município de Londrina, PR.

Amostras de frutos foram coletadas quando apresentavam-se no estágio "chumbinho" e repetidas cada 21 dias

até a maturação. Foram ainda, coletadas folhas de ramos com frutos e folhas de ramos sem frutos. No material seco foram determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês e zinco. O autor conclui que a produção máxima de matéria seca nos frutos ocorre aos 217 dias a partir do início do aparecimento do "chumbinho". As concentrações de macronutrientes, com exceção do enxofre, e dos micronutrientes são mais elevadas nos frutos no início de sua formação, e as concentrações de enxofre são mais elevadas na sua maturação. O comportamento do nitrogênio, fósforo, boro e zinco ao longo do desenvolvimento dos frutos é individual, diferente quando se analisam folhas de ramos com frutos e folhas de ramos sem frutos. A concentração de potássio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre e manganês foi semelhante para ambos os tipos de folhas. Nas folhas de ramos com frutos as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, manganês e zinco são mais altas no início do desenvolvimento dos frutos, enquanto que os teores de cálcio, magnésio, enxofre, boro e cobre são mais baixos nesse mesmo período.

A extração de nutrientes pelos frutos obedece a seguinte ordem decrescente expressas em kg/ha* para os macronutrientes e g/ha* para os micronutrientes: potássio (127,3),

* Calculado em função de 1.000 covas (2 plantas/cova)

nitrogênio (93,4), cálcio (10,1), magnésio (8,9), enxofre (6,9), fósforo (4,3), manganês (220,8), boro (71,9), cobre (67,9) e zinco (20,0).

Recentemente CORREA et alii (1986) quantificaram a retirada de macro e micronutrientes pelo cafeeiro cultivares Mundo Novo e Catuai desde os 6 meses de idade até 90 meses, situados na Fazenda Experimental do IBC em Varginha, MG, plantados em um Latossolo Vermelho Escuro, textura argilo-arenosa, fase cerrado.

Os autores concluíram que a quantidade de matéria seca total é crescente em função da idade. A cultivar Mundo Novo mostra-se ligeiramente superior à Catuai. Aos 30 meses de idade verificaram que a quantidade de matéria seca das folhas é 38,29% em relação à quantidade de matéria seca dos frutos, relação muito estreita, que não ocorre aos 42, 54, 66, 78 e 90 meses. Demonstraram o desgaste que o cafeeiro sofre após a primeira grande safra, que normalmente ocorre com 2,5 anos de campo.

A produção média da cultivar Catuai é ligeiramente superior à Mundo Novo. Quanto à retirada de nutrientes a Mundo Novo supera a Catuai. No ano de grande safra, a maior retirada é feita pela frutificação, enquanto no de baixa safra, a parte vegetativa torna-se mais exigente.

A ordem de retirada é de N, K, Ca, Mg, P, S, Fe, Mn, Cu, Zn e B.

3. MATERIAL E MÉTODOS

De uma plantação de cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí) 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 (Tabela 4). 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 macro e micronutrientes (exceto cloro e molibdênio) pelos métodos descritos em SARRUGE et HAAG (1974).

O cafezal situa-se sobre um Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado, cujas características químicas acham-se na Tabela 5. Durante os períodos de coleta foram efetuadas as adubações assinaladas na Tabela 6. A distribuição de chuvas, assim como as médias máximas e mínimas de temperatura apresentaram-se na Tabela 7.

O delineamento experimental para o estudo foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 3x4.

As análises de variância foram feitas de acordo com as instruções apresentadas por DAGNELIE (1981).

Tabela 4 - Fenologia do cafeeiro para o Estado de São Paulo.

Estações do Ano	Meses	Desenvolvimento do Cafeeiro
Verão	Janeiro	2ª fase - Granação
	Fevereiro	
	Março	
Outono	Abril	3ª fase - Maturação
	Maior	
	Junho	
Inverno	Julho	4ª fase - Repouso
	Agosto	
	Setembro	
Primavera	Outubro	1ª fase - Expansão
	Novembro	
	Dezembro	

Período de florescimento: Setembro a Novembro

Tabela 5 - Características químicas do Latossolo Vermelho Amarelo, fase cerrado.

Idades (anos)	Profun- didade (cm)	P-resina ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	M.O. (%)	pH (CaCl_2)	K ⁺ --	Ca ⁺⁺ --	Mg ⁺⁺ --	H ⁺ + AL ⁺⁺⁺ -- meq/100 cm ³	S --	T --	V (%)
2	0-20	4,4	2,06	4,00	0,08	0,64	0,44	5,80	1,16	6,96	16,7
	20-40	3,5	1,71	3,90	0,04	0,58	0,20	5,80	0,82	6,62	12,4
3	0-20	3,9	2,35	3,90	0,02	0,15	0,29	6,79	0,46	7,25	6,3
	20-40	3,3	1,92	3,85	0,02	0,22	0,07	7,55	0,31	7,86	3,9
4	0-20	42,6	2,35	3,95	0,04	0,58	0,04	4,95	0,66	5,61	11,8
	20-40	14,2	1,92	3,90	0,02	0,45	0,04	6,44	0,51	6,95	7,3
5	0-20	4,2	2,21	3,95	0,06	0,19	0,06	6,11	0,31	6,42	4,8
	20-40	3,7	1,92	3,90	0,04	0,12	0,13	6,11	0,29	6,40	4,5

Extratores: P, K, Ca, Mg = Resina; H + Al Tampão = SMP

Tabela 6 - Adubações conduzidas nas épocas em gramas/cova (2 plantas).

Adubos e Épocas	Idades (anos)			
	2	3	4	5
20-5-20 (17/09/82)	100	160	160	160
Calcário dolomítico (23/09/82)	1.000	1.000	1.000	1.000
Sulfato de amônio (08/10/82)	70	120	120	120
20-5-20 (30/10/82)	100	160	160	160
Nitrocálcio (25/11/82)	70	120	120	120
20-5-20 (15/12/82)	100	160	160	160
Nitrocálcio (05/02/83)	70	120	120	120

Tabela 7 - Dados climáticos no período de julho/82 a junho/83.

Meses	Temperaturas °C		Precipitações mm
	Média das máximas	Média das mínimas	
Julho	25,3	12,4	68,8
Agosto	26,7	13,0	24,7
Setembro	27,3	13,4	23,3
Outubro	27,5	15,9	309,8
Novembro	29,7	18,2	155,7
Dezembro	27,2	17,9	478,0
Janeiro	29,3	20,3	263,0
Fevereiro	30,4	19,1	306,8
Março	28,5	17,7	162,4
Abril	27,3	16,9	166,5
Maiο	25,5	15,9	215,9
Junho	23,0	13,2	218,4

Dados coletados na Fazenda Horto Santa Maria, Duratex Florestal S/A, Salto, SP.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. MATÉRIA SECA

Os resultados observados para produção de matéria seca constam da Tabela 8 e são ajustados pelos modelos de regressão nas Tabelas 9 e 10.

Na fase de repouso (julho) o maior peso de matéria seca do caule e dos ramos ocorre aos cinco anos, e o das folhas não difere para as diversas idades. Na granação (janeiro) os cafeeiros de cinco anos exibem os valores mais altos para o caule, ramos, folhas e frutos. Na maturação (junho) o caule, ramos e frutos tem o maior valor aos cinco anos, e as folhas aos três anos. A matéria seca total, nas três fases, apresenta os mais altos valores aos cinco anos (Tabela 9).

Aos dois anos o caule não apresenta diferenças de peso nas diversas fases, enquanto que nos ramos e folhas ocorre o maior valor na maturação. Aos três anos o caule, ramos e folhas exibem o valor mais alto na maturação. O peso do caule dos cafeeiros com quatro anos não apresenta diferenças nas fases de repouso, granação e maturação, ao passo que na fase de granação ocorre o maior acúmulo de matéria se-

ca nos ramos e folhas. Os cafeeiros aos cinco anos tem na fase de granação os maiores valores para o caule e ramos, e na maturação, para as folhas. A matéria seca total em todas as idades, atinge o maior peso na maturação. (Tabela 10).

A Tabela 11 mostra as relações entre o peso da matéria seca das folhas em relação a dos frutos:

Verifica-se que na fase de granação os valores mais baixos ocorrem nas plantas de quatro anos (1,26) e cinco anos (1,37), demonstrando que o peso dos frutos aumentou mais que o das folhas comparativamente às demais idades; o valor mais favorável (2,09) ocorre aos três anos. Na fase de maturação os valores tornam-se ainda menores para os cafeeiros com quatro anos (0,49) e cinco anos (0,58); a relação mais alta é apresentada aos dois anos (3,12). CORREA (1986) trabalhando com as cultivares Catuaí e Mundo Novo, faz referência às relações muito estreitas entre folhas e frutos, sugerindo que esse aspecto demonstra o desgaste que os cafeeiros sofrem após a primeira grande safra.

Tabela 8 - Produção de matéria seca pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Produção de matéria seca (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	88,75	197,50	484,70	-	770,95
3	688,75	1.065,00	863,45	-	2.617,20
4	900,00	1.512,50	917,50	-	3.330,00
5	1.337,50	2.625,00	841,08	-	4.803,58
Granação (janeiro)					
2	167,50	432,50	655,63	437,50	1.693,13
3	687,50	1.525,00	1.595,93	762,50	4.570,93
4	1.067,50	2.312,50	1.759,38	1.400,00	6.539,38
5	1.800,00	3.425,00	2.113,58	1.542,50	8.881,08
Maturação (junho)					
2	250,00	737,50	1.108,18	355,00	2.450,68
3	1.150,00	2.337,50	2.941,85	2.542,50	8.971,85
4	1.150,00	2.187,50	1.666,40	3.400,00	8.403,90
5	1.512,50	3.137,50	2.735,28	4.725,00	12.110,28
CV %	21,90	18,36	22,11	22,09	12,93

Tabela 9 - Produção de matéria seca 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	$Y = -235,625 + 395,750 X^{**}$	96,84
Ramos	$Y = -582,5 + 773,0 X^{**}$	97,59
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = -322,237 + 1.281,0675 X^{**}$	97,46

Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -388,750 + 527,750 X^{**}$	98,35
Ramos	$Y = -517,5 + 976,5 X^{**}$	99,58
Folhas	$Y = 396,8 + 453,73 X^{**}$	88,58
Frutos	$Y = 47,5 + 395,25 X^{**}$	95,02
Total	$Y = -461,950 + 2.353,230 X^{**}$	99,45

Maturação (junho)		
Caule	$Y = -603,125 + 1.050,652 X - 134,375 X^2^{**}$	90,83
Ramos	$Y = 337,5 + 705,0 X^{**}$	82,92
Folhas	$Y = 255,462 + 1.316,5851 X - 191,20001 X^2^{*}$	34,88
Frutos	$Y = -1.814,375 + 2.474,875 X - 215,625 X^2^{*}$	98,40
Total	$Y = -2637,038 + 6359,5858 X - 703,70013 X^2^{**}$	86,77

X = 1, 2, 3 e 4 para as idades de 2, 3, 4 e 5 anos.

* Significativa ao nível de 5%

** Significativa ao nível de 1%

Tabela 10 - Produção de matéria seca 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	$Y = -84,167 + 270,0 X^*$	99,44
Folhas	$Y = 126,025 + 311,738 X^*$	93,63
Total	$Y = -41,475 + 839,862 X^{**}$	99,68
3 anos		
Caule	$Y = 380,833 + 230,625 X^{**}$	74,80
Ramos	$Y = 370,0 + 636,25 X^{**}$	97,51
Folhas	$Y = -277,992 + 1039,2 X^{**}$	97,18
Total	$Y = 3110,675 - 1717,075 X + 1223,6 X^2^{**}$	100,00
4 anos		
Caule	Não significativa	
Ramos	$Y = -212,5 + 2187,5 X - 462,5 X^2^*$	100,00
Folhas	$Y = -859,225 + 2244,15 X - 467,425 X^2^*$	100,00
Total	$Y = 1017,192 + 2536,95 X^{**}$	97,71
5 anos		
Caule	$Y = 125,0 + 1587,5 X - 375,0 X^2^{**}$	100,00
Ramos	$Y = 737,5 + 2431,25 X - 543,75 X^2^*$	100,00
Folhas	$Y = 2,442 + 947,1 X^{**}$	96,21
Total	$Y = 1291,608 + 3653,35 X^{**}$	99,55

X = 1, 2 e 3 para as fases de repouso (julho), granação (janeiro) e maturação (junho). Válido para as demais tabelas contendo operações de regressões.

Tabela 11 - Relação folhas/frutos para acumulação de matéria seca em cafeeiros aos 2, 3, 4 e 5 anos, na granação e maturação.

Fases Fenológicas	Idade dos cafeeiros (anos)			
	2	3	4	5
Granação	1,50	2,09	1,26	1,37
Maturação	3,12	1,16	0,49	0,58

Em lavouras de cafeeiros verifica-se que a partir dos três anos, quando ocorre a segunda colheita, as plantas apresentam intenso desgaste e difícil recuperação. Esse fato sugere a realização de estudos para determinar a conveniência da eliminação em parte da florada, com o objetivo de se obter melhor distribuição entre folhas e frutos.

Na Tabela 12 constam os valores percentuais dos frutos em relação ao total da planta, em termos de matéria seca.

Na granação as plantas com dois anos apresentam 25,84% do seu peso total distribuído nos frutos, sendo o maior observado entre as quatro idades. Na fase de maturação 28,34%, 40,46% e 39,02% do peso total está contido nos frutos dos cafeeiros de três, quatro e cinco anos respectivamente, demonstrando para as três idades, a excessiva contribuição dos fru-

tos na acumulação de matéria seca.

Tabela 12 - Relação frutos/parte aérea total para acumulação de matéria seca em cafeeiros aos 2, 3, 4 e 5 anos na granação e maturação, em percentagem.

Fases Fenológicas	Idades dos cafeeiros (anos)			
	2	3	4	5
Granação	25,84	16,68	21,41	17,37
Maturação	14,49	28,34	40,46	39,02

No trabalho de CATANI et MORAES (1958) verifica-se que para a cultivar Bourbon Vermelho os frutos correspondem a 3,67%, 10,25% e 19,05% para cafeeiros com idades de dois, quatro e cinco anos. Na cultivar Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) observa-se o valor de 5,87%. A cultivar Catuai exporta através dos frutos o equivalente a 48,92%, 28,02%, 34,76% e 9,46% do peso total da parte aérea aos trinta, quarenta e dois, cinquenta e quatro e sessenta e seis meses após o plantio no campo, conforme pode ser observado em trabalho de CORRÊA et alii (1986); nesse mesmo

trabalho pode ser constatado que a cultivar Mundo Novo, naquelas idades, apresenta os valores de 48,80%, 21,50%, 23,92% e 9,73%; para as duas cultivares o maior valor ocorre na primeira colheita (aos trinta meses de campo) ao passo que no presente estudo é verificado na terceira colheita, aos quatro anos de campo.

4.2. MACRONUTRIENTES

4.2.1. NITROGÊNIO

Os resultados observados para o recrutamento de nitrogênio constam da Tabela 13 e são ajustados pelos modelos de regressão das Tabelas 14 e 15.

Na fase de repouso (julho) a acumulação de nitrogênio pelo caule e ramos é crescente em função da idade, ocorrendo o maior valor aos cinco anos; nessa época não se observa diferenças para as folhas. Nas fases de granação e maturação as quantidades acumuladas aumentam até os cinco anos para o caule, ramos, folhas e frutos. Nas três fases o maior conteúdo total de nitrogênio é apresentado pelos cafeeiros com cinco anos (Tabela 14).

Aos dois anos o maior conteúdo de nitrogênio nas folhas é verificado na maturação (junho), embora não haja

diferenças para o caule e ramos nas três fases estudadas. Os cafeeiros de três anos apresentam o máximo conteúdo para o caule, ramos e folhas na fase de maturação. O maior acúmulo pelo caule ocorre na maturação, enquanto pelos ramos e folhas é verificado na fase de granação (janeiro), nas plantas de quatro anos. O caule dos cafeeiros com cinco anos acumula a maior quantidade na granação, as folhas na maturação e os ramos não apresentam diferenças em nenhuma das fases. O conteúdo total de nitrogênio para as quatro idades apresenta o valor máximo na maturação (Tabela 15).

Na Tabela 16 verifica-se que as menores proporções entre as quantidades de nitrogênio nas folhas e frutos são apresentadas pelos cafeeiros de quatro e cinco anos, nas fases de granação e maturação.

Em janeiro (granação) os cafeeiros de dois e quatro anos mostram os maiores percentuais de nitrogênio nos frutos em relação ao total da parte aérea, mas em junho (maturação) os percentuais mais elevados são observados aos quatro anos (47,27%) e cinco anos (45,19%) (Tabela 17).

Na cultivar Bourbon Vermelho estudada por CATANI et MORAES (1958) o nitrogênio exportado pelos frutos corresponde a 4,91%, 16,69% e 32,0% do total da parte aérea, para cafeeiros de dois, quatro e cinco anos. Para a cultivar Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) os frutos contribuem com 8,74%. No estudo de CORRÊA et alii (1986)

verifica-se para a cultivar Catuai o equivalente a 45,0%, 27,46%, 32,29% e 11,86% do total da parte aérea aos trinta, quarenta e dois, cinquenta e quatro e sessenta e seis meses após o plantio no campo, e para a cultivar Mundo Novo nessas mesmas idades, os valores de 49,20%, 23,06%, 23,94% e 12,53%; para as duas cultivares as maiores exportações do nutriente ocorrem na primeira e terceira colheitas, diferindo do presente trabalho em que as maiores exportações pelos frutos ocorrem na terceira e quarta colheitas.

Tabela 13 - Recrutamento de nitrogênio pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Recrutamento de nitrogênio (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	0,67	2,72	12,41	-	15,80
3	5,97	13,27	26,30	-	45,54
4	7,77	20,62	27,17	-	55,56
5	14,14	33,54	24,25	-	71,93

Granação (janeiro)					
2	1,89	5,43	20,30	10,91	38,54
3	7,45	18,94	47,71	19,06	93,14
4	11,00	35,27	51,05	38,03	135,34
5	19,60	33,10	62,10	41,73	156,54

Maturação (junho)					
2	2,55	10,01	32,38	7,32	52,25
3	11,50	24,36	72,26	51,37	159,48
4	11,50	21,69	40,66	66,15	139,99
5	14,34	29,91	70,84	94,90	209,99

CV%	28,55	31,07	21,51	22,17	14,75

Tabela 14 - Recrutamento de nitrogênio 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	$Y = -3,4125 + 4,2205 X^{**}$	96,16
Ramos	$Y = -7,4188 + 9,9825 X^{**}$	98,96
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = 2,6013 + 17,84225 X^{**}$	95,29
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -4,1875 + 5,66825 X^{**}$	97,09
Ramos	$Y = -21,2375 + 29,5215 X - 3,9175 X^2 *$	96,06
Folhas	$Y = 13,1038 + 12,8740 X^{**}$	87,60
Frutos	$Y = -0,4288 + 11,14375 X^{**}$	94,10
Total	$Y = -34,9188 + 81,37626 X - 8,351251 X^2 *$	99,95
Maturação (junho)		
Caule	$Y = -6,4981 + 11,16488 X - 1,525625 X^2 *$	91,20
Ramos	$Y = 7,2275 + 5,7045 X^{**}$	77,09
Folhas	$Y = 33,0863 + 8,3790 X^{**}$	27,81
Frutos	$Y = -14,4487 + 27,7525 X^{**}$	96,20
Total	$Y = -19,5456 + 91,91337 X - 9,308124 X^2 *$	81,99

Tabela 15 - Recrutamento de nitrogênio 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	$Y = 1,7242 + 9,985 X^{**}$	98,56
Total	$Y = -0,925 + 18,22625 X^{**}$	98,00
3 anos		
Caule	$Y = 2,7817 + 2,76125 X^{**}$	93,23
Ramos	$Y = 7,7625 + 5,545 X^{*}$	99,98
Folhas	$Y = 2,7983 + 22,97875 X^{**}$	99,84
Total	$Y = -14,5542 + 56,97001 X^{**}$	99,11
4 anos		
Caule	$Y = 6,3558 + 1,86625 X^{*}$	84,89
Ramos	$Y = -22,25 + 56,98625 X - 14,11375 X^{2**}$	100,00
Folhas	$Y = -30,955 + 75,255 X - 17,1275 X^{2**}$	100,00
Total	$Y = -99,325 + 192,44504 X - 37,55751 X^{2**}$	100,00
5 anos		
Caule	$Y = -2,0325 + 21,53375 X - 5,35875 X^{2**}$	100,00
Ramos	Não significativa	
Folhas	$Y = -42,7275 + 81,535 X - 14,56 X^{2**}$	100,00
Total	$Y = 8,0942 + 69,02875 X^{**}$	98,33

Tabela 16 - Proporções folhas/frutos para as quantidades de macronutrientes recrutadas pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de granação e maturação.

Idades (anos)	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Granação (janeiro)						
2	1,86	1,08	1,04	4,35	2,14	1,75
3	2,50	1,42	1,71	5,71	2,98	2,06
4	1,34	0,75	1,04	3,65	1,35	1,21
5	1,49	1,03	0,87	3,95	1,63	1,28
Maturação (junho)						
2	4,42	2,38	3,15	5,97	6,00	3,52
3	1,41	0,83	0,75	3,04	3,38	1,48
4	0,61	0,45	0,37	1,29	1,47	0,62
5	0,75	0,58	0,32	1,51	1,52	0,83

Tabela 17 - Relações percentuais frutos/total parte aérea para as quantidades de macronutrientes no cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de granação e maturação.

Idades (anos)	Macronutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Granação (janeiro)						
2	28,31	37,40	37,04	12,89	24,23	27,33
3	20,46	27,79	25,01	7,90	16,37	17,85
4	28,10	37,17	34,75	10,01	29,36	28,21
5	26,66	33,15	37,23	8,56	25,37	22,86
Maturação (junho)						
2	14,01	19,09	16,44	9,74	9,71	14,65
3	32,21	43,03	41,29	17,69	18,42	29,44
4	47,25	60,31	59,31	27,63	31,62	45,26
5	45,19	54,99	61,83	26,41	31,68	37,45

4.2.2. FÓSFORO

Os resultados observados para o recrutamento de fósforo constam da Tabela 18 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 19 e 20.

Em julho (fase de repouso) e janeiro (fase de granação) a acumulação de fósforo aumenta em função da idade, para as partes vegetativas e frutos, ocorrendo os maiores conteúdos em cafeeiros de cinco anos. Em junho (fase de maturação) não há diferenças nas quantidades acumuladas pelo caule e ramos, para as diversas idades; as folhas e frutos acumulam as maiores quantidades aos cinco anos. Nas três épocas o conteúdo total de fósforo atinge o máximo aos cinco anos (Tabela 19).

Aos dois anos o cafeeiro não apresenta diferenças nas quantidades de fósforo acumuladas pelo caule, ramos e folhas, em função das épocas. Verifica-se que aos três anos o maior conteúdo nos ramos e folhas ocorre em janeiro (granação) e que não há diferenças para o caule. Em janeiro os cafeeiros de quatro anos mostram a máxima acumulação pelo caule, ramos e folhas. Aos cinco anos o caule e folhas apresentam os maiores valores em janeiro (granação) e os ramos em julho (repouso). Excetuando-se a idade de dois anos, que não apresenta diferenças entre as épocas, o conteúdo total de fósforo apresenta o maior valor em janeiro (fase de granação) para os cafeeiros de

três, quatro e cinco anos (Tabela 20).

Na Tabela 16 verifica-se que as menores proporções entre as quantidades de fósforo nas folhas e frutos são a apresentadas pelos cafeeiros de quatro e cinco anos, nas fases de granação e maturação.

Em janeiro os cafeeiros de dois e quatro anos apresentam os maiores percentuais de fósforo nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho (fase de maturação) os percentuais mais elevados são observados aos quatro anos (60,31%) e cinco anos (54,99%). (Tabela 17).

Na cultivar Bourbon Vermelho estudada por CATANI et MORAES (1958) o fósforo exportado pelos frutos equivale a 2,83%, 9,21% e 14,55% do total da parte aérea, para cafeeiros de dois, quatro e cinco anos. Para a cultivar Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) os frutos cor respondem a 11,93%. No estudo de CORRÊA et alii (1986) verifica-se que a cultivar Catuai exporta pelos frutos 55,39%, 27,73%, 43,21% e 14,90% do fósforo total contido na parte aérea na primeira, segunda, terceira e quarta colheitas, e que a cultivar Mundo Novo nas mesmas condições exporta 50,54%, 24,63%, 33,68% e 16,20%; para as duas cultivares os valores mais eleva dos ocorrem na primeira e terceira colheitas, enquanto no presente estudo, são verificados na terceira e quarta colheitas.

Tabela 18 - Recrutamento de fósforo pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Recrutamento de fósforo (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	0,02	0,08	0,36	-	0,46
3	0,20	0,19	0,74	-	1,13
4	0,39	0,78	0,81	-	1,98
5	0,72	1,94	0,83	-	3,48
Granação (janeiro)					
2	0,10	0,21	0,53	0,49	1,31
3	0,35	0,80	1,38	0,97	3,49
4	0,67	1,23	1,49	2,00	5,38
5	1,11	1,21	2,43	2,35	7,09
Maturação (junho)					
2	0,07	0,32	0,50	0,21	1,10
3	0,29	0,42	1,18	1,42	3,30
4	0,20	0,28	1,04	2,31	3,83
5	0,23	0,32	1,31	2,26	4,11
CV %	50,92	54,96	27,36	20,39	18,22

Tabela 19 - Recrutamento de fósforo 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	$Y = -0,235 + 0,22625 X^{**}$	97,43
Ramos	$Y = 0,5156 - 0,69738 X + 0,263125 X^{2**}$	99,99
Folhas	$Y = 0,3175 + 0,14725 X^*$	74,51
Total	$Y = -0,7175 + 0,9910 X^{**}$	96,32
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -0,2813 + 0,33475 X^{**}$	98,53
Ramos	$Y = 0,0025 + 0,3425 X^{**}$	85,64
Folhas	$Y = -0,0038 + 0,58325 X^{**}$	93,06
Frutos	$Y = -0,2013 + 0,661 X^{**}$	96,60
Total	$Y = -0,4888 + 1,9225 X^{**}$	99,71
Maturação (junho)		
Caule	Não significativa	
Ramos	Não significativa	
Folhas	$Y = 0,4325 + 0,22825 X^{**}$	69,03
Frutos	$Y = -1,7888 + 2,28375 X - 0,31625 X^{2**}$	99,32
Total	$Y = -1,6988 + 3,34875 X - 0,478750 X^{2**}$	98,18

Tabela 20 - Recrutamento de fósforo 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	$Y = -1,43 + 2,115 X - 0,5 X^2 *$	100,00
Folhas	$Y = -0,7225 + 1,88125 X - 0,41625 X^2 *$	100,00
Total	$Y = -3,7975 + 6,20125 X - 1,27875 X^2 **$	100,00
4 anos		
Caule	$Y = -0,6625 + 1,4275 X - 0,38 X^2 **$	100,00
Ramos	$Y = -1,055 - 2,53 X - 0,695 X^2 **$	100,00
Folhas	$Y = -0,9825 + 2,35625 X - 0,56125 X^2 **$	100,00
Total	$Y = -6,375 + 10,825 X - 2,475 X^2 **$	100,00
5 anos		
Caule	$Y = -0,9375 + 2,28375 X - 0,63125 X^2 **$	100,00
Ramos	$Y = 2,7783 - 0,8125 X **$	99,70
Folhas	$Y = -3,51 + 5,70375 X - 1,36625 X^2 **$	100,00
Total	$Y = -6,73 + 13,50875 X - 3,29875 X^2 **$	100,00

4.2.3. POTÁSSIO

Os resultados observados para o recrutamento de potássio constam da Tabela 21 e são ajustados pelos modelos de regressão das Tabelas 22 e 23.

Verifica-se que a acumulação de potássio aumenta em função da idade nas fases de repouso (julho), granação (janeiro) e maturação (junho), de modo que as quantidades do nutriente no caule, ramos, folhas e frutos, e o conteúdo total da planta apresentam o máximo valor aos cinco anos de campo (Tabela 22).

Aos dois e três anos a quantidade de potássio no caule, ramos e folhas aumenta em função da época, apresentando o valor mais elevado em junho (fase de maturação). Aos quatro anos o maior valor para o caule ocorre em junho, e para os ramos e folhas, em janeiro (fase de granação). O caule dos cafeeiros de cinco anos apresenta o maior conteúdo em junho, as folhas em janeiro, e os ramos não mostram diferenças em função das épocas. O conteúdo total de potássio para as quatro idades ocorre no mês de junho (Tabela 23).

Na fase de granação as menores proporções entre as quantidades de potássio nas folhas e frutos são apresentadas pelos cafeeiros de cinco anos; na fase de maturação os menores valores ocorrem aos quatro e cinco anos (Tabela 16).

Em janeiro os cafeeiros de dois e cinco anos

mostram os maiores percentuais de potássio nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho os percentuais mais elevados ocorrem aos quatro anos (59,31%) e aos cinco anos (61,83%) (Tabela 17).

Na cultivar Bourbom Vermelho estudada por CATANI et MORAES (1958) o potássio contido nos frutos corresponde a 7,73%, 22,21% e 38,15% do total, para cafeeiros de dois, quatro e cinco anos. Para a cultivar Mundo Novo aos dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) os frutos contribuem com 12,92%. No estudo de CORRÊA et alii (1986) verifica-se para a cultivar Catuai o correspondente a 55,76%, 36,65%, 52,97% e 16,08% do total da parte aérea na primeira, segunda, terceira e quarta colheitas, e para a cultivar Mundo Novo os valores são 59,99%, 32,87%, 40,94% e 17,30%, nas mesmas épocas; para as duas cultivares os valores apresentados são maiores que os apresentados no presente estudo na época da primeira colheita, ocorrendo o inverso nas colheitas seguintes.

Tabela 21 - Recrutamento de potássio pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Recrutamento de potássio (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	0,68	2,41	8,64	-	11,73
3	4,83	8,55	15,35	-	28,72
4	5,87	14,72	17,19	-	37,78
5	9,23	29,89	17,55	-	56,66
Granação (janeiro)					
2	2,03	5,55	11,94	11,48	30,99
3	5,44	19,43	32,96	19,28	77,10
4	6,67	27,12	41,65	40,17	115,60
5	10,98	30,54	44,25	50,87	136,62
Maturação (junho)					
2	2,58	10,93	21,98	6,98	42,47
3	8,86	22,39	35,26	46,78	113,29
4	8,86	16,06	29,49	79,29	133,69
5	11,65	22,88	36,90	115,67	187,09
CV %	20,55	31,70	19,98	20,12	14,13

Tabela 22 - Recrutamento de potássio 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	$Y = -1,5175 + 2,669 X^{**}$	95,62
Ramos	$Y = -8,26 + 8,86075 X^{**}$	94,15
Folhas	$Y = 7,535 + 2,8575 X^*$	79,29
Total	$Y = -2,2462 + 14,3875 X^{**}$	98,42
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -0,7438 + 2,80875 X^{**}$	96,13
Ramos	$Y = -0,0063 + 8,266 X^{**}$	92,53
Folhas	$Y = -16,7381 + 33,59088 X - 4,605625 X^{2**}$	99,70
Frutos	$Y = -4,3113 + 13,90375 X^{**}$	97,07
Total	$Y = -30,1262 + 66,89524 X - 6,271247 X^{2*}$	99,93
Maturação (junho)		
Caule	$Y = -3,1675 + 7,07525 X - 0,87125 X^{2*}$	90,66
Ramos	$Y = 10,6788 + 2,95325 X^*$	45,01
Folhas	$Y = 21,1638 + 3,8975 X^{**}$	55,64
Frutos	$Y = -27,4663 + 35,85825 X^{**}$	99,86
Total	$Y = 5,565 + 45,428 X^{**}$	96,05

Tabela 23 - Recrutamento de potássio 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	$Y = -0,1358 + 0,95 X^*$	94,55
Ramos	$Y = -2,2208 + 4,2575 X^*$	97,75
Folhas	$Y = 0,8383 + 6,6725 X^{**}$	92,15
Total	$Y = -2,3467 + 15,37 X^{**}$	97,90
3 anos		
Caule	$Y = 2,3492 + 2,01375 X^{**}$	85,97
Ramos	$Y = 2,9483 + 6,92 X^{**}$	90,15
Folhas	$Y = -17,575 + 40,57375 X - 7,653749 X^2^*$	100,00
Total	$Y = -11,5342 + 42,28625 X^{**}$	99,31
4 anos		
Caule	$Y = 4,1492 + 1,49125 X^{**}$	93,23
Ramos	$Y = -21,1375 + 47,59125 X - 11,7312151 X^2^{**}$	100,00
Folhas	$Y = -43,88 + 79,37626 X - 18,306251 X^2^{**}$	100,00
Total	$Y = -99,7475 + 167,38875 X - 29,858749 X^2^{**}$	100,00
5 anos		
Caule	$Y = 8,205 + 1,2075 X^*$	93,75
Ramos	Não significativa	
Folhas	$Y = -43,2125 + 77,785 X - 17,027501 X^2^{**}$	100,00
Total	$Y = -52,7875 + 124,19503 X - 14,745007 X^2^*$	100,00

4.2.4. CÁLCIO

Os resultados observados para o recrutamento de cálcio constam da Tabela 24 e são ajustados pelos modelos de regressão das Tabelas 25 e 26.

A acumulação de cálcio no caule e ramos aumenta em função da idade, observando-se que no mês de julho (repouso) a maior quantidade corresponde aos cafeeiros de cinco anos, e que não há diferenças nas folhas. Em janeiro (granação) os maiores valores são apresentados aos cinco anos pelo caule, ramos e folhas, não ocorrendo diferenças para os frutos. Em junho (maturação) os maiores conteúdos estão no caule, ramos e frutos dos cafeeiros de cinco anos, e nas folhas dos cafeeiros de quatro anos. A quantidade total de cálcio, nas três épocas, aumenta em função da idade, de modo a atingir o máximo aos cinco anos (Tabela 25).

Aos dois anos de campo não há diferenças no conteúdo de cálcio do caule, ramos e folhas em função das épocas consideradas. Nos cafeeiros de três anos não ocorrem diferenças nas quantidades acumuladas pelo caule e ramos; as folhas apresentam o maior valor em junho e o menor valor em janeiro. O cálcio acumulado no caule e folhas dos cafeeiros com quatro anos não varia em função das épocas; os ramos apresentam valores decrescentes com o máximo no mês de julho (repouso). Aos cinco anos não há diferenças no caule; os ramos apresentam o

maior valor em julho e o menor valor em janeiro; as folhas mostram valores crescentes, atingindo o máximo em junho (maturação). O conteúdo total não mostra diferenças nos cafeeiros de dois anos; nos cafeeiros de três, quatro e cinco anos, o maior valor acumulado na parte aérea ocorre no mês de junho (maturação) e o menor valor no mês de janeiro (granação) (Tabela 26).

Nas fases de granação (janeiro) e maturação (junho) as menores proporções entre as quantidades de cálcio nas folhas e frutos ocorrem nos cafeeiros de quatro e cinco anos (Tabela 16).

Em janeiro os cafeeiros de dois e quatro anos mostram os maiores percentuais de cálcio nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho os valores mais elevados ocorrem aos quatro anos (27,63%) e aos cinco anos (26,41%) (Tabela 17).

Na cultivar Bourbon Vermelho estudada por CATANI et MORAES (1958) o cálcio contido nos frutos corresponde a 1,60%, 3,48% e 7,41% do total, para cafeeiros de dois, quatro e cinco anos. Para a cultivar Mundo Novo aos dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) os frutos contribuem com 1,95%. No estudo de CORRÊA et alii (1986) verifica-se que para a cultivar Catuai os valores correspondem a 24,05%, 12,41%, 14,20%, e 2,74% para as plantas com trinta, quarenta e dois, cinquenta e quatro e sessenta e seis meses após o plantio no campo; a

cultivar Mundo Novo apresenta os valores de 25,59%, 10,67%, 11,52% e 2,47% naquelas mesmas idades; relativamente ao presente estudo essas duas cultivares apresentam percentuais mais elevados para a primeira idade, ocorrendo o inverso nas seguintes.

Tabela 24 - Recrutamento de cálcio pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Recrutamento de cálcio (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	0,35	1,39	4,72	-	6,46
3	2,25	5,67	7,65	-	15,56
4	3,22	9,36	6,92	-	19,50
5	6,30	12,28	6,12	-	24,69
Granação (janeiro)					
2	0,48	1,41	3,39	0,78	6,05
3	1,99	4,25	6,00	1,05	13,29
4	3,15	6,16	6,35	1,74	17,39
5	5,22	7,58	7,51	1,90	22,19
Maturação (junho)					
2	0,62	1,86	4,48	0,75	7,70
3	3,09	5,64	16,40	5,40	30,53
4	3,90	5,92	9,55	7,39	26,75
5	4,94	8,23	15,58	10,32	39,75
CV %	40,01	31,00	33,95	28,57	20,84

Tabela 25 - Recrutamento de cálcio 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	$Y = -1,68 + 1,88325 X^{**}$	95,67
Ramos	$Y = -1,915 + 3,63525 X^{**}$	99,32
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = 1,89 + 5,8635 X^{**}$	96,69
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -1,1363 + 1,53775 X^{**}$	98,70
Ramos	$Y = -0,2588 + 2,0425 X^{**}$	97,60
Folhas	$Y = 2,6325 + 1,2705 X^*$	89,04
Frutos	Não significativa	
Total	$Y = 1,5963 + 5,2535 X^{**}$	98,42
Maturação (junho)		
Caule	$Y = -0,3075 + 1,37675 X^{**}$	93,22
Ramos	$Y = 0,5663 + 1,9385 X^{**}$	90,04
Folhas	$Y = -2,4781 + 10,01137 X - 1,473125 X^2 *$	46,58
Frutos	$Y = -1,7125 + 3,07075 X^{**}$	97,13
Total	$Y = -9,7069 + 22,17238 X - 2,628125 X^2 *$	82,69

Tabela 26 - Recrutamento de cálcio 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	$Y = 21,3725 - 19,75125 X + 6,03125 X^2$ **	100,00
Total	$Y = 37,3475 - 31,54875 X + 9,75875 X^2$ **	100,00
4 anos		
Caule	Não significativa	
Ramos	$Y = 10,5817 - 1,71875 X$	80,26
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = 33,06 - 19,29625 X + 5,73125 X^2$	100,00
5 anos		
Caule	Não significativa	
Ramos	$Y = 22,3375 - 12,735 X + 2,6775 X^2$	100,00
Folhas	$Y = 11,41 - 8,6375 X + 3,3425 X^2$	100,00
Total	$Y = 46,5525 - 31,55 X + 9,685 X^2$ **	100,00

4.2.5. MAGNÉSIO

Os resultados para o recrutamento de magnésio constam da Tabela 27 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 28 e 29.

Verifica-se que em julho (repouso) as quantidades de magnésio no caule e ramos aumentam em função da idade, apresentando o valor máximo aos cinco anos; nessa época não há diferença no conteúdo das folhas. Em janeiro (granação) ocorre aumentos até a idade de cinco anos, quando são máximos os valores para o caule, ramos, folhas e frutos. Em junho (maturação) as quantidades de magnésio no caule, ramos e frutos apresentam aumentos até os cinco anos, mas nas folhas o valor mais alto é verificado nas plantas aos quatro anos. O conteúdo total de magnésio é máximo nos cafeeiros de cinco anos, nos meses de julho e janeiro; no entanto em junho a maior acumulação do nutriente ocorre aos quatro anos (Tabela 28).

A acumulação de magnésio pelo caule, ramos e folhas não apresenta diferenças aos dois anos, em função das diferentes épocas. Aos três anos não ocorre diferenças no caule, e o máximo conteúdo nos ramos e folhas é verificado no mês de junho. Aos quatro anos o cafeeiro apresenta o máximo valor para as folhas em junho; nas três épocas não ocorre diferenças no caule e ramos. O caule apresenta o maior conteúdo em janeiro, os ramos em julho e as folhas em junho, para os cafeeiros de

cinco anos. O conteúdo total de magnésio é verificado em junho (fase de maturação) nas plantas com três, quatro e cinco anos, embora aos dois anos não haja diferenças para as três épocas estudadas (Tabela 29).

Na Tabela 16 verifica-se que as menores proporções entre as quantidades de magnésio nas folhas e frutos são apresentadas pelos cafeeiros de quatro e cinco anos, nas fases de granação (janeiro) e maturação (junho).

Em janeiro os cafeeiros de quatro e cinco anos mostram os maiores percentuais de magnésio nos frutos em relação ao total da parte aérea; em junho a maior exportação do nutriente pelos frutos ocorre aos quatro anos (31,62%) e aos cinco anos (31,68%) (Tabela 17).

Na cultivar Bourbon Vermelho estudada por CATANI et MORAES (1958) o magnésio exportado pelos frutos equivale a 5,42%, 14,24% e 26,84% do total da parte aérea, para os cafeeiros de dois, quatro e cinco anos. Para a cultivar Mundo Novo com dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) os frutos correspondem a 5,47%. No estudo de CORRÊA et alii (1986) verifica-se que a cultivar Catuai exporta pelos frutos 41,11%, 16,76%, 26,69% e 7,06% do magnésio total contido na parte aérea na primeira, segunda, terceira e quarta colheitas, e que a cultivar Mundo Novo nas mesmas condições exporta 35,84%, 12,65%, 20,64% e 6,63%; comparadas à cultivar Catuai do presente estudo, observa-se que na primeira colheita aquelas duas cultivares

apresentam valores mais elevados, ocorrendo o inverso nas demais colheitas.

Tabela 27 - Recrutamento de magnésio pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Recrutamento de magnésio (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	0,09	0,47	1,43	-	1,99
3	0,74	1,77	3,75	-	6,26
4	0,91	2,68	3,17	-	6,76
5	1,54	5,07	2,65	-	9,26
Granação (janeiro)					
2	0,25	0,93	2,53	1,18	4,87
3	0,88	3,20	5,72	1,92	11,73
4	1,09	3,23	5,53	4,09	13,93
5	2,07	3,82	7,33	4,49	17,70
Maturação (junho)					
2	0,16	1,26	2,58	0,43	4,43
3	0,89	3,19	13,15	3,89	21,12
4	0,99	2,36	7,06	4,81	15,21
5	1,29	3,01	10,18	6,71	21,18
CV %	32,22	28,97	30,97	17,69	19,18

Tabela 28 - Recrutamento de magnésio 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	$Y = -0,315 + 0,4535 X^{**}$	95,82
Ramos	$Y = -1,1825 + 1,472 X^{**}$	95,81
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = 0,4888 + 2,2305 X^{**}$	91,08
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -0,345 + 0,567 X^{**}$	94,06
Ramos	$Y = -1,4894 + 2,97913 X - 0,421875 X^2 *$	91,94
Folhas	$Y = 1,7225 + 1,421 X^{**}$	83,87
Frutos	$Y = -0,1113 + 1,121175 X^{**}$	93,23
Total	$Y = 1,8838 + 4,069 X^{**}$	95,06
Maturação (junho)		
Caule	$Y = -0,0363 + 0,3465 X^{**}$	88,29
Ramos	$Y = 1,3525 + 0,44125 X^*$	42,71
Folhas	$Y = -5,2525 + 10,98825 X - 1,86375 X^2 **$	45,37
Frutos	$Y = -2,9313 + 3,9255 X - 0,39 X^2 *$	96,99
Total	$Y = -8,9956 + 17,82963 X - 2,679375 X^2 **$	68,09

Tabela 29 - Recrutamento de magnésio 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	$Y = 1,2975 + 0,71125 X^*$	74,34
Folhas	$Y = 7,2275 - 6,2075 X + 2,7275 X^{2*}$	100,00
Total	$Y = -1,8317 + 7,4325 X^{**}$	97,73
4 anos		
Caule	Não significativa	
Ramos	Não significativa	
Folhas	$Y = 1,3617 + 1,94375 X^{**}$	98,51
Total	$Y = -6,2975 + 15,99875 X - 2,94375 X^{2*}$	100,00
5 anos		
Caule	$Y = -0,305 + 2,5025 X - 0,6575 X^{2**}$	100,00
Ramos	$Y = 6,0292 - 1,03125 X^{**}$	98,46
Folhas	$Y = -0,8108 + 3,76375 X^{**}$	98,06
Total	$Y = 4,1258 + 5,96 X^{**}$	94,52

4.2.6. ENXOFRE

Os resultados observados para o recrutamento de enxofre constam da Tabela 30 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 31 e 32.

Em julho (fase de repouso) o conteúdo de enxofre apresenta-se de modo crescente no caule, ramos e folhas, com o valor máximo aos cinco anos. Em janeiro (fase de granação) as quantidades de enxofre acumuladas pelo caule, ramos, folhas e frutos aumenta até os cinco anos, idade em que se apresenta os valores mais elevados. O comportamento do nutriente no mês de junho (fase de maturação) mostra aumentos em função das idades, de modo que o caule e folhas acumulam as maiores quantidades aos quatro anos, e os ramos e frutos aos cinco anos. O conteúdo total na parte aérea apresenta o valor máximo aos cinco anos nos meses de julho e janeiro, mas no mês de junho o valor mais alto ocorre em cafeeiros com quatro anos (Tabela 31).

Aos dois anos não há diferenças no conteúdo de enxôfre no caule, ramos e folhas em função das épocas. Os cafeeiros com três anos mostram as maiores quantidades no caule e ramos no mês de julho, e as menores quantidades, no mês de janeiro; as folhas têm o maior conteúdo em junho, e o menor em janeiro. Aos quatro anos as maiores quantidades de enxofre no caule e folhas ocorrem em julho, e as menores em janeiro; nos

ramos o conteúdo é decrescente, apresentando-se o valor mais elevado em julho. Aos cinco anos as quantidades de enxôfre no caule e ramos são decrescentes em função das épocas, com o valor máximo em julho; as folhas não mostram diferenças em função das épocas. O conteúdo total não mostra diferenças em função das épocas para os cafeeiros de dois anos; aos três anos a máxima quantidade acumulada ocorre no mês de junho, e a mínima em janeiro; os cafeeiros de quatro anos acumulam a maior quantidade em julho e a menor em janeiro; para os cafeeiros de cinco anos o conteúdo decresce em função das épocas, com a quantidade mais elevada em julho (fase de repouso) (Tabela 32).

As menores proporções entre as quantidades de enxôfre nas folhas e frutos, na fase de granação, ocorrem em cafeeiros de quatro e cinco anos, fato que também é verificado na fase de maturação (Tabela 16).

Os maiores percentuais de enxofre nos frutos em relação à parte aérea total são observados, na fase de granação, em cafeeiros de dois e quatro anos; na fase de maturação verifica-se que aos 4 anos 45,26% do nutriente está contido nos frutos e aos cinco anos essa relação corresponde a 37,45% (Tabela 17).

A cultivar Mundo Novo aos dez anos, estudada por CATANI et alii (1965) exporta através dos frutos 5,6% do enxofre total contido na parte aérea. No estudo de CORRÊA et alii

(1986) verifica-se que esses valores correspondem a 48,24%, 26,16%, 34,48% e 8,12% para a cultivar Catuai e 52,88%, 27,82%, 28,28% e 10,09% para a cultivar Mundo Novo, na primeira, segunda, terceira e quarta colheitas; para essas duas cultivares esses valores são maiores que os encontrados no presente trabalho somente na primeira colheita.

Tabela 30 - Recrutamento de enxofre pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idades (anos)	Recrutamento de enxofre (por cova)				
	Caule g	Ramos g	Folhas g	Frutos g	Total g
Repouso (julho)					
2	0,29	0,67	1,77	-	2,72
3	2,30	3,54	3,09	-	8,93
4	2,99	5,20	3,38	-	11,57
5	4,59	9,06	3,27	-	16,91
Granação (janeiro)					
2	0,13	0,27	0,77	0,44	1,61
3	0,69	1,43	1,71	0,83	4,65
4	0,64	1,43	1,86	1,54	5,46
5	1,62	3,41	3,07	2,40	10,50
Maturação (junho)					
2	0,09	0,58	1,02	0,29	1,98
3	0,92	1,59	4,02	2,72	9,24
4	1,03	1,31	2,45	3,96	8,75
5	0,98	2,13	3,03	3,67	9,80
CV %	31,97	30,37	31,69	70,01	25,76

Tabela 31 - Recrutamento de enxôfre 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	$Y = -0,8588 + 1,36025 X^{**}$	96,98
Ramos	$Y = -2,085 + 2,68075 X^{**}$	97,76
Folhas	$Y = 1,675 + 0,48 X^{**}$	68,39
Total	$Y = -1,2713 + 4,521 X^{**}$	97,94
Granação (janeiro)		
Caule	$Y = -0,3325 + 0,44125 X^{**}$	84,49
Ramos	$Y = -0,7238 + 0,94175 X^{**}$	87,00
Folhas	$Y = 0,0875 + 0,7055 X^{**}$	92,82
Frutos	$Y = -0,3463 + 0,6595 X^{*}$	97,35
Total	$Y = -1,3175 + 2,7485 X^{**}$	92,41
Maturação (junho)		
Caule	$Y = -1,035 + 1,37125 X - 0,21875 X^2 *$	97,44
Ramos	$Y = 0,305 + 0,43875 X^{*}$	76,61
Folhas	$Y = -1,4981 + 3,45988 X - 0,603125 X^2 *$	51,94
Frutos	$Y = -0,1863 + 1,138 X^{**}$	77,54
Total	$Y = -6,0675 + 10,061 X - 1,5525 X^2 **$	89,25

Tabela 32 - Recrutamento de enxôfre 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	$Y = 5,7375 - 4,35625 X + 0,91625 X^2 **$	100,00
Ramos	$Y = 7,925 - 5,52125 X + 1,136125 X^2 *$	100,00
Folhas	$Y = 8,165 - 6,92125 X + 1,84625 X^2 **$	100,00
Total	$Y = 22,075 - 17,58625 X + 4,43625 X^2 **$	100,00
4 anos		
Caule	$Y = 8,085 - 6,4625 X + 1,37 X^2 **$	100,00
Ramos	$Y = 12,635 - 9,265 X + 1,83 X^2 **$	100,00
Folhas	$Y = 7,005 - 4,685 X + 1,055 X^2 *$	100,00
Total	$Y = 27,075 - 20,21 X + 4,7 X^2 **$	100,00
5 anos		
Caule	$Y = 9,8875 - 6,46125 X + 1,16375 X^2 **$	100,00
Ramos	$Y = 19,0825 - 12,21625 X + 2,18875 X^2 **$	100,00
Folhas	Não significativa	
Total	$Y = 29,0325 - 14,975 X + 2,855 X^2 *$	100,00

4.3. MICRONUTRIENTES

4.3.1. BORO

Os resultados observados para o recrutamento de boro constam da Tabela 33 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 34 e 35.

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 junho 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 34).

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 35).

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 36).

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 37).

Na cultivar Mundo Novo aos dez anos, estudada por CATANI 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.

Tabela 33 - Recrutamento de boro pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idade (anos)	Recrutamento de boro (por cova)				
	Caule mg	Ramos mg	Folhas mg	Frutos mg	Total 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	159,39	75,90	248,52
CV %	39,74	38,13	32,19	32,54	26,12

Tabela 34 - 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	$Y = -10,7 + 21,3755 X^{**}$	94,73
Total	$Y = -95,5656 + 209,71789 X - 32,050629 X^2 **$	71,56

Tabela 35 - 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 36 - 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 (anos)	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
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 37 - 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 (anos)	Micronutrientes				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
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

4.3.2. COBRE

Os resultados observados para o recrutamento de cobre constam da Tabela 38 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 39 e 40.

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 39).

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 40).

Na fase de granação (janeiro) as menores proporções entre as quantidades de cobre contidas nas folhas e nos frutos são apresentadas 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 36).

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 37).

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 CORRÊA et alii (1986) verificase 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.

Tabela 38 - Recrutamento de cobre pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idades (anos)	Recrutamento de cobre (por cova)				
	Caule mg	Ramos mg	Folhas mg	Frutos mg	Total mg
Repouso (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 39 - 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 40 - 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	$Y = -121,04 + 195,51752 X - 42,807506 X^2^{**}$	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

4.3.3. FERRO

Os resultados observados para o recrutamento de ferro constam da Tabela 41, e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 42 e 43.

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 quanto 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 42).

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, 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 43).

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 36).

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 37).

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.

Tabela 41 - Recrutamento de ferro pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idades (anos)	Recrutamento de ferro (por cova)				
	Caule mg	Ramos mg	Folhas mg	Frutos mg	Total 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 42 - 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 43 - 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	$Y = 3066,0548 - 4536,23727 X + 1556,259926 X^2^{**}$	100,00
Total	$Y = 3509,5301 - 4944,99634 X + 1779,923767 X^2^{**}$	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	$Y = -1104,5375 + 1826,73129 X - 409,131256 X^2^{**}$	100,00
Ramos	$Y = 189,3167 + 149,05626 X^*$	91,92
Folhas	$Y = 1422,6049 - 2071,82238 X + 796,042473 X^2^{**}$	100,00
Total	$Y = -1596,5284 + 2091,55383 X^{**}$	94,98

4.3.4. MANGANÊS

Os resultados observados para o recrutamento de manganês constam da Tabela 44 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 45 e 46.

Verifica-se que no mês de julho (fase de repouso) o caule e os ramos acumulam quantidades crescentes de manganês em função 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 45).

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 46).

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 36).

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 37),

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.

Tabela 44 - Recrutamento de manganês pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idades (anos)	Recrutamento de manganês (por cova)				
	Caule mg	Ramos mg	Folhas mg	Frutos mg	Total 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 45 - 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 46 - 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

4.3.5. ZINCO

Os resultados observados para o recrutamento de zinco constam da Tabela 47 e são ajustados aos modelos de regressão das Tabelas 48 e 49.

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 48).

Aos dois e três 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 49).

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 36).

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 37).

O zinco contido nos frutos corresponde a 8,28% na cultivar 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.

Tabela 47 - Recrutamento de zinco pelo cafeeiro cultivar Catuai aos 2, 3, 4 e 5 anos de campo, nas fases de repouso, granação e maturação.

Idades (anos)	Recrutamento de zinco (por cova)				
	Caule mg	Ramos mg	Folhas mg	Frutos mg	Total 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 48 - 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 49 - 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	$Y = -107,505 + 164,81375 X - 38,12375 X^2^{**}$	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	$Y = -47,5 + 96,23374 X - 18,371247 X^2^{**}$	100,00

5. OBSERVAÇÕES GERAIS

O recrutamento de nitrogênio, fósforo e potássio nos meses de julho, janeiro e junho relacionados nas Tabelas 50, 52 e 54, permitem calcular as quantidades retiradas nos períodos de julho a janeiro (fases de repouso e expansão) e de janeiro a junho (fases de granação e maturação) (Tabelas 51, 53 e 55).

Verifica-se que no primeiro período o fornecimento de nutrientes pelas adubações (Tabela 56) é superior ao retirado pelo cafeeiro; no segundo período o único nutriente fornecido foi o nitrogênio, mas em quantidades inferiores às retiradas.

As quantidades retiradas de nitrogênio e potássio são maiores de julho a janeiro, possivelmente em virtude do inadequado parcelamento das adubações; fato semelhante é verificado para o fósforo, que inclusive apresenta decréscimo de janeiro a junho.

Observa-se que para os cafeeiros de três, quatro e cinco anos, as quantidades de nutrientes retiradas pela frutificação apresentam-se superiores às da vegetação, o que pode explicar o esgotamento que os cafeeiros apresentam após o início das grandes produções.

A retirada contínua de nitrogênio e potássio mesmo na ausência das adubações, ocorreu às custas das reservas do solo, sugerindo que o fornecimento desses nutrientes deve ser constante, do repouso até a maturação; o comportamento do fósforo necessita melhores esclarecimentos.

Os números apresentados indicam que o fornecimento inadequado de fósforo e potássio pode influenciar a retirada de nitrogênio, mesmo que esse nutriente seja fornecido em quantidades superiores às necessárias para o cafeeiro.

Os valores encontrados no presente estudo permitem sugerir a realização de ensaios de adubação, em que sejam determinadas a acumulação de matéria seca pelos frutos e partes vegetativas, bem como a retirada de nutrientes, com o objetivo de estabelecer as necessidades nutricionais do cafeeiro.

Os cafeeiros utilizados para este trabalho estão plantados em solo com teores muito baixos de nutrientes, devendo ser esclarecido que as altas produções de matéria seca pelos frutos apresentadas na Tabela 8, referem-se às plantas coletadas para o estudo, visto que a produtividade média em lavouras adultas, acima de quatro anos, não tem ultrapassado dois mil quilogramas de café em côco por hectare.

Tabela 50 - Recrutamento de nitrogênio (N) pela vegetação e frutificação do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes épocas, Kg/ha, 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	4	5
Julho (fase de repouso)				
Vegetação	26,57	49,78	72,97	96,16
Frutificação	-	-	-	-
Total	26,57	49,78	72,97	96,16
Janeiro (fase de granação)				
Vegetação	35,60	94,34	131,37	146,66
Frutificação	13,94	28,42	42,90	57,40
Total	49,54	122,76	174,27	204,06
Junho (fase de maturação)				
Vegetação	64,69	111,79	134,70	133,40
Frutificação	17,29	53,38	89,45	125,53
Total	81,98	165,17	224,15	258,93

Valores calculados pelos modelos de regressão.

Tabela 51 - Retirada de nitrogênio (N) pela vegetação e frutificação do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes períodos, Kg/ha, 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	4	5
Junho a janeiro				
Vegetação	9,03	44,56	58,40	50,50
Frutificação	13,94	28,42	42,90	57,40
Total	22,97	72,98	101,30	107,90
Janeiro a junho				
Vegetação	29,09	17,45	3,33	-13,26
Frutificação	3,35	24,96	46,55	68,13
Total	32,44	42,41	49,88	54,87
Total anual				
Vegetação	38,12	62,01	61,73	37,24
Frutificação	17,29	53,38	89,45	125,53
Total	55,41	115,39	151,18	162,77

Tabela 52 - Recrutamento de fósforo (P) pela vegetação e frutificação do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes épocas. Kg/ha, 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	4	5
Julho (fase de repouso)				
Vegetação	0,35	1,64	2,94	4,23
Frutificação	-	-	-	-
Total	0,35	1,64	2,94	4,23
Janeiro (fase de granação)				
Vegetação	1,26	2,91	4,55	6,19
Frutificação	0,60	1,46	2,31	3,17
Total	1,86	4,37	6,86	9,36
Junho (fase de maturação)				
Vegetação	1,29	2,04	2,36	2,27
Frutificação	0,23	1,96	2,89	2,98
Total	1,52	4,00	5,25	5,25

Valores calculados pelos modelos de regressão.

Tabela 53 - Retirada de fósforo (P) pela vegetação e frutificação do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes períodos. Kg/ha. 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	5	5
Julho a janeiro				
Vegetação	0,91	1,27	1,61	1,96
Frutificação	0,60	1,46	2,31	3,17
Total	1,51	2,73	3,92	5,13
Janeiro a junho				
Vegetação	0,03	-0,87	-2,19	-3,92
Frutificação	-0,37	0,50	0,58	-0,19
Total	-0,34	-0,37	-1,61	-4,11
Total anual				
Vegetação	0,94	0,40	-0,58	-1,96
Frutificação	0,23	1,96	2,89	2,98
Total	1,17	2,36	2,31	1,02

Tabela 54 - Recrutamento de potássio (K) pela vegetação e frutificação do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes épocas. Kg/ha. 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	4	5
Julho (fase de repouso)				
Vegetação	15,78	34,49	53,20	71,89
Frutificação	-	-	-	-
Total	15,78	34,49	53,20	71,89
Janeiro (fase de granação)				
Vegetação	27,18	71,60	99,74	111,55
Frutificação	12,47	30,55	48,62	66,69
Total	39,65	102,15	148,36	178,24
Junho (fase de maturação)				
Vegetação	55,38	67,82	80,27	92,70
Frutificação	10,91	57,53	104,14	150,76
Total	66,29	125,35	184,41	243,46

Valores calculados pelos métodos de regressão

Tabela 55 - Retirada de potássio (K) pela vegetação e frutificação do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes períodos. Kg/ha. 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	4	5
Julho a janeiro				
Vegetação	11,40	37,11	46,54	39,66
Frutificação	12,47	30,55	48,62	66,69
Total	23,87	67,66	95,16	106,35
Janeiro a junho				
Vegetação	28,20	-3,78	-19,47	-18,85
Frutificação	-1,56	26,98	55,52	84,07
Total	26,64	23,20	36,05	65,22
Total anual				
Vegetação	39,60	33,33	27,07	20,81
Frutificação	10,91	57,53	104,14	150,76
Total	50,51	90,86	131,21	171,57

Tabela 56 - Quantidades de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) fornecidas pelas adubações do cafeeiro cultivar Catuai com 2, 3, 4 e 5 anos de campo, em diferentes períodos. Kg/ha. 1300 covas/hectare.

	Idades (anos)			
	2	3	4	5
Julho a dezembro				
Nitrogênio	122,20	198,90	198,90	198,90
Fósforo	8,58	13,65	13,65	13,65
Potássio	64,74	103,74	103,74	103,74
Janeiro a junho				
Nitrogênio	24,70	41,60	41,60	41,60
Fósforo	-	-	-	-
Potássio	-	-	-	-
Total anual				
Nitrogênio	146,90	240,50	240,50	240,50
Fósforo	8,58	13,65	13,65	13,65
Potássio	64,74	103,74	103,74	103,74

6. CONCLUSÕES

. A idade de maior acumulação de matéria seca e nutrientes pelo caule, ramos e folhas varia em função das épocas; constitui exceção o potássio que mostra os valores mais elevados aos cinco anos, para as três épocas;

. A maior acumulação de matéria seca, nítrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cobre, manganês e zinco pela parte aérea nos meses de julho, janeiro e junho, ocorre em cafeeiros com cinco anos; a acumulação de magnésio, enxofre, boro e ferro varia em função das épocas;

. Em janeiro e junho os cafeeiros de cinco anos acumulam as maiores quantidades de matéria seca e nutrientes nos frutos; o cálcio e o ferro não mostram diferenças entre as idades, no mês de janeiro;

. O cafeeiro aos cinco anos de campo exporta através da colheita, em função do conteúdo total na planta, 45% de N, 56% de P, 62% de K, 26% de Ca, 32% de Mg, 37% de S, 30% de B, 46% de Cu, 26% de Fe, 14% de Mn e 25% de Zn.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARZOLLA, S., GOMES, L., SARRUGE, J.R., ANDRADE, R.G., GRANER, E.A., MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro, X. Extração de macronutrientes na colheita pelas variedades "Mundo Novo", "Caturra" e "Bourbon Amarelo". Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 20:41-52, 1963.

CARVALHO, A., MÔNACO, L.C. Transferência do fator Caturra para o cultivar Mundo Novo de *Coffea arabica*. Bragantia, Campinas, 31(3): 379-99, 1972.

CATANI, R.A., MORAES, F.R.P. A composição química do cafeeiro. Revista de Agricultura, Piracicaba, 33: 45-52, 1958.

CATANI, R.A., PELLEGRINO, D., BERGAMIN FILHO, H., DA GLÓRIA, N.A., GRANER, C.A.F. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro (*Coffea arabica* var. Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy) aos dez anos de idade. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 22: 81-93, 1965.

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 E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 24: 97-106, 1967.

CATANI, R.A., PELLEGRINO, D., ALCARDE, J.C., GRANER, C.A.F. Variação na concentração e na quantidade dos macro e micronutrientes no fruto do cafeeiro, durante o seu desenvolvimento. Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 24: 249-63, 1967,

CHAVES, J.C.D. Concentração de nutrientes nos frutos e folhas e exportação de nutrientes pela colheita durante um ciclo produtivo do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cultivar Catuai). Piracicaba, 1982. 131p. (Mestrado - E.S.A., "Luiz de Queiroz"/USP),

CORRÊA, J.B., GARCIA, A.W.R., COSTA, P.C. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuai. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, São Lourenço, MG, 35-41, 1986.

DAFERT, F.W., BRAGA, T. Sobre as substâncias minerais do cafeeiro. Em: DAFERT, F.W., BRAGA, T., BOLLIGER, LEHMANN, E. Experiências de adubação e estudos sobre a cultura do cafeeiro, Secretaria da Agricultura, Indústria e comércio do Estado de São Paulo, 1929, cap. 2, p. 75-103.

DAGNELIE, P. Principes d'Experimentation. Les Presses Agronomiques des Gembloux, Gembloux, Bélgica, 1981, 125p.

GARCIA, A.W.R. Retirada de nutrientes pela produção do cafeeiro cultivares Mundo Novo, Catuai e Catimor. 8º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Campos do Jordão, SP, 3-6, 1980.

MORAES, F.R.P., CATANI, R.A. A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. Bragantia, Campinas, 23: 331-6, 1964.

SARRUGE, J.R., ANDRADE, R.G., GOMES, L., ARZOLLA, 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 E.S.A. "Luiz de Queiroz"/USP, Piracicaba, 23: 85-93, 1966.

SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Departamento de Química, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, 1974, 56p.