

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALICAS XXX.  
ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES POR  
QUATRO CULTIVARES DE MORANGUEIRO  
(Fragaria sp.)\*

A. F. SOUZA \*\*  
H. P. HAAG \*\*\*  
G. D. DE OLIVEIRA \*\*\*  
J. R. S ARRUGE \*\*\*  
K. MINAMI \*\*\*

RESUMO

Efetuuou-se um estudo para avaliar a absorção e a extração de B, Cu, Fe, Mn e Zn nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113), SH-2 em condições de Campo.

O ensaio foi instalado em um solo pertencente ao grande grupo Terra Roxa Extruturada, na série "Luiz de Queiroz" em Piracicaba, SP.

A adubação empregada foi uniforme para todos os cultivares e constou em 10 g/m linear de sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Trinta dias após o transplante foram aplicados 10 g de sulfato de amônio por planta. As plantas foram amostradas aos 16 dias após o transplante e as demais amostragens feitas em intervalos regulares de vinte dias até aos 216 dias. As plantas foram divididas em caules (pecíolo + coroa), folhas e frutos e analisadas para B, Cu, Fe, Mn e Zn.

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

Os cultivares diferem na absorção de Cu, Fe, Mn e Zn para caules, folhas e em B, Cu e Fe para os frutos. Os cultivares exportam em quantidades diferentes os micronutrientes, obedecendo a seguinte ordem decrescente: F, Zn, B, Mn e Cu.

---

\* Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor à Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', USP, para obtenção do Grau de Mestre em Solos de Nutrição de Plantas. Entregue para publicação em 28-3-77.

\*\* UEPAE/EMBRAPA, Brasília, DF.

\*\*\* Departamento de Química da E.S.A. 'Luiz de Queiroz'. USP.

\*\*\*\* Departamento de Agricultura e Horticultura, da E.S.A. 'Luiz de Queiroz', USP.

## INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria spp*) é considerado como a mais importante das chamadas frutas pequenas e a sua cultura acha-se bem desenvolvida nos países de clima temperado.

Maior rendimento, qualidade dos frutos e importância econômica da cultura no EEUU, segundo BOYCE & MATLOCK (1966), foram os fatores que mais impulsionaram as investigações no campo da nutrição mineral.

No Brasil, muito embora seja relevante a importância econômica que desfruta a cultura, deve-se em sua grande parte ao meticoloso trabalho de melhoramento, criando híbridos que produzem até 35 toneladas de produção total por hectare (Ver CAMARGO *et alii*, 1973).

Embora o morangueiro tenha sido amplamente estudado, a existência de trabalhos específicos relacionados à nutrição mineral envolvendo micronutrientes, tem recebido pouca atenção e para as nossas condições esses dados são deveres escassos.

Segundo WEBB & HALLAS (1966), a concentração média dos micronutrientes determinados em folhas em condições de solução nutritiva apresentaram uma faixa de variação de 6,2 ppm a 8,2 ppm para o Cu; 50,3 ppm a 82,2 ppm para o Fe, 129 ppm a 175 ppm para o Mn e 58,8 ppm a 72,7 ppm para o Zn. Sob condições de campo JOHN *et alii* (1975) mencionam teores médios nas folhas variando entre 129 ppm a 144,0 ppm para o Fe; 136,0 ppm a 199,0 ppm para o Mn e 21,0 ppm a 23,0 ppm para o Zn. WEBB & HALLAS (1966) mencionam as seguintes extrações médias pelas folhas: 97,00  $\mu\text{g}$  a 220,00  $\mu\text{g}$  em Cu; 1,05  $\mu\text{g}$  a 6,02  $\mu\text{g}$  em Fe; 2,07  $\mu\text{g}$  a 4,56  $\mu\text{g}$  em Mn e de 1,52  $\mu\text{g}$  a 850,0  $\mu\text{g}$  para Zn.

Recentemente, SOUZA (1976) e SOUZA *et alii* (1976) apresentaram um trabalho mais completo relacionando a absorção de nutrientes pelas variedades Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3350), Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 em condições de campo. As quantidades máximas extraídas pelos cultivares para uma população de 150.000 plantas/ha foram: N — 192 kg; P — 24 kg; K — 133 — 244 kg; Ca — 76 — 116 kg; Mg — 30 — 34 kg e S — 13 — 27 kg. Observaram que a maior produção de matéria seca tanto nos órgãos como na planta inteira, ocorreram nos cultivares IAC-2712 e IAC-3530 e a menor produção verificaram no cultivar SH-2.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as diferenças que possam existir nas acumulações de nutrientes relacio-

nadas com os cultivares IAC-2712, IAC-3530, AIC-3113 e SH-2 nos seguintes aspectos:

- 1 — Acumulação dos nutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) em função dos estádios de desenvolvimento dos cultivares;
- 2 — Exportação destes nutrientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da E. S. A. "Luiz de Queiroz", USP, em Piracicaba, SP. O solo pertence ao grande grupo Terra Roxa Estruturada (Comissão de Solos, 1960), e a Série "Luiz de Queiroz" (RANZANI *et alii*, 1966). No preparo dos canteiros, o solo foi revolvido à profundidade de 12 cm. Fez-se a incorporação de esterco de cavalo bem curtido na proporção de 10 kg/m<sup>2</sup>. A adubação mineral foi aplicada no fundo do sulco e consistiu em sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio na quantidade de 10 g/m de cada um dos fertilizantes. Trinta dias após o plantio, efetuou-se uma aplicação de 10 g de sulfato de amônio por planta.

Por prevenção contra a ocorrência de "manchas das folhas" efetuou-se oito pulverizações com benlate a 0,07%, sendo quatro por ocasião das mudas no viveiro e quatro após o plantio no local definitivo.

Plantas para análise foram coletadas ao acaso, tomando-se sempre em cada colheita, um total, no mínimo, de quatro plantas, representando cada planta uma repetição. A primeira amostragem deu-se aos 76 dias após o transplante e as demais em períodos regulares de vinte dias, até uma redução acentuada da produção total de frutos.

Após cada coleta, as plantas foram lavadas com água destilada em seguida com água desmineralizada e separadas em caules (pecíolo + coroa), folhas e frutos; postos a secar em estufa a 80°C e analisados para B, Cu, Fe, Mn e Zn segundo os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

O delineamento estatístico foi de blocos inteiramente casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições (PIMENTEL GOMES, 1973).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Boro

As concentrações e as quantidades de B nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 1.

Tabela 1 — Concentração e quantidade do boro nos órgãos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas

		Boro																	
Cultivar	Órgão	Dias após o transplante																	
		76	116	156	176	196	216												
		ppm	µg/pl g/ha*	ppm	µg/pl g/ha*	ppm	µg/pl g/ha*	ppm	µg/pl g/ha*	ppm	µg/pl g/ha*								
Campinas (IAC-2712)	caule	39,9	61	9	31,2	201	30	46,1	716	107	32,2	814	122	35,1	863	129	20,6	697	185
	folha	45,4	293	44	41,8	450	67	79,7	1853	278	62,7	1966	295	54,8	1616	242	26,5	1325	153
	fruto	—	—	—	31,3	47	7	37,3	256	38	34,2	419	63	39,5	608	91	19,3	373	56
	total	—	354	53	—	690	104	—	2825	423	—	3201	480	—	3087	462	—	2095	314
Camanducaia (IAC-3530)	caule	46,1	57	9	36,4	388	43	57,1	569	85	38,9	790	110	35,0	759	114	26,1	500	75
	folha	42,9	289	43	52,7	764	114	76,5	2154	323	56,5	1712	257	62,5	1645	247	37,0	1540	231
	fruto	—	—	—	25,5	67	10	45,5	403	60	27,5	401	60	43,6	772	115	27,0	613	91
	total	—	346	52	—	1119	167	—	3126	468	—	2903	435	—	3175	476	—	2653	397
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	44,1	151	23	30,0	245	37	53,1	673	101	33,0	407	61	30,0	645	97	24,9	366	55
	folha	55,2	602	90	53,9	1017	152	86,1	1953	293	53,4	1196	179	40,5	728	109	38,5	1228	184
	fruto	—	—	—	23,4	47	7	56,6	264	39	24,0	254	38	36,6	756	113	31,0	762	114
	total	—	753	113	—	1309	196	—	2690	433	—	1857	273	—	2129	319	—	2356	353
5H-2	caule	45,0	71	11	35,9	242	38	37,5	252	38	35,4	523	79	26,5	463	69	22,3	453	69
	folha	44,0	241	36	—	—	—	54,6	931	140	56,0	1462	219	45,0	862	129	36,4	1209	191
	fruto	—	—	—	—	—	—	28,0	85	12	33,1	249	37	30,8	316	47	38,2	444	67
	total	—	312	47	—	717	107	—	1268	190	—	2234	335	—	1641	245	—	2106	316

\* Calculado para uma população de 150.000 plantas.  
 Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 458,28  
 Épocas dentro de cultivares em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 254,76

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas são mostradas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de B nos caules e nas folhas dos cultivares

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	11.805.417,33	11.805.417,33	107,53**
Cultivares	3	2.538.336,95	846.112,32	7,71**
Órgãos x Cultivares	3	656.459,12	218.819,71	1,99
Resíduo (a)	24	2.634.883,06	109.786,79	
Parcelas	31	17.635.096,46		
Épocas	3	17.091.630,02	5.697.210,01	47,18**
Órgãos x Épocas	3	3.665.894,07	1.221.964,69	10,11**
Cultivares x Épocas	9	3.752.657,37	416.961,93	3,46**
Órgãos x Cult. x Épocas	9	1.395.008,19	155.000,91	1,28
Resíduo (b)	72	8.695.287,33	120767,88	
TOTAL	127	52.235.753,44		

Tabela 3 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de B nos frutos dos cultivares

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	714.055,47	238.018,48	5,51*
Resíduo (a)	12	518.381,86	43.198,48	
Parcelas	15	1.232.437,33		
Épocas	3	1.421.090,20	473.696,74	26,55**
Cultivares x Épocas	9	492.019,86	54.668,88	3,06**
Resíduo (b)	36	642.497,91		
TOTAL	63	3.788.045,30		

Os cultivares diferiram na absorção de B tanto em relação a caules e folhas, como em relação aos frutos.

A interação de cultivares com épocas, foi altamente significativa para caules e folhas, assim como em relação aos frutos.

Em vista disso, efetuou-se o desdobramento através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares. O ajuste recaiu sobre equações do 1.º, 2.º e do 3.º grau, como mostra a Tabela 4. Em todos os cultivares, a absorção pelos caules se comportou seguindo regressões lineares, o mesmo não se verificou em relação à absorção pelas folhas, nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), que se adaptaram a regressões do 3.º grau. Enquanto isso, a absorção pelas folhas no cultivar SH-2 apresentou um comportamento linear.

Por outro lado, a acumulação do nutriente pelos frutos, nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), adaptou-se a regressões do 2.º grau e do 3.º grau, enquanto a acumulação do cultivar SH-2 é expressa por uma regressão linear.

Os pontos de máxima, com as respectivas quantidades nos órgãos, e os pontos de inflexão são mostrados pelos dados da Tabela 5.

A análise dos dados, revela que embora os valores da quantidade máxima do nutriente nos caules sejam distintos, variando entre 435  $\mu\text{g}$  a 898  $\mu\text{g}$  de B, constata-se, que os valores correspondentes para ponto de máxima são iguais, ou sejam, todos os cultivares alcançaram a sua extração máxima aos 196 dias. Para alguns cultivares, esses valores nas folhas variaram entre 161 dias a 196 dias, com extração máxima entre 985  $\mu\text{g}$  a 2.337  $\mu\text{g}$  de B e ponto de inflexão variando entre 123 dias e 133 dias, o que corresponde às épocas de maior exigência na absorção do nutriente pelas folhas. Os cultivares atingiram sua extração máxima com relação aos frutos entre 191 dias e 216 dias com extrações que variaram entre 444  $\mu\text{g}$  e 884  $\mu\text{g}$  de B. Os cultivares Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113) revelaram que a época de maior exigência do nutriente pelos frutos está entre 184 dias e 186 dias, enquanto os outros não tem época preferencial para absorção do nutriente, mas o fazem com a mesma intensidade durante todo o período de frutificação.

Os cultivares Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), destacaram-se com teores totais de 3.935  $\mu\text{g}$  e 3.571  $\mu\text{g}$  de B, vindo em seguida os cultivares Campinas (IAC-2712) e SH-2 com 3.565  $\mu\text{g}$  e 1.864  $\mu\text{g}$  de B respectivamente.

Tabela 4 — Regressões representativas da acumulação de boro pelos órgãos dos cultivares em mg/planta (Y) em função da idade (X) em dias após o transplante

Cultivar	Órgão	Equação de regressão	Coefficiente de determinação (r <sup>2</sup> )
Campinas (IAC-2712)	caule	$- 535,230 + 7.305 x$	0,95
	folha	$13.765,803 x + 30,048 \cdot 10^{-3} x^2 - 75,149 \cdot 10^{-4} x^3$	0,99
	fruto	$- 8.586,865 + 95,414 x - 24,919 \cdot 10^{-2} x^2$	0,85
Camanducaia (IAC-3530)	caule	$- 392,537 + 5,960 x$	0,99
	folha	$11.992,606 - 327,299 x + 28,375 \cdot 10^{-1} x^2 - 73,314 \cdot 10^{-4} x^3$	0,99
	fruto	$114.666,117 - 1.899,041 x + 10,418 x^2 - 18,846 \cdot 10^{-3} x^3$	0,99
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	$- 219,873 + 4,768 x$	0,83
	folha	$10.842,971 - 291.392 x + 25.915 \cdot 10^{-1} x^2 - 69.802 \cdot 10^{-4} x^3$	0,99
	fruto	$130.756.033 - 2.153.419 x + 11.715 x^2 - 20,977 \cdot 10^{-3} x^3$	0,99
SH-2	caule	$- 147,264 + 2,972 x$	0,91
	folha	$- 102,778 + 5,552 x$	0,83
	fruto	$- 78,975 + 5.616 x$	0,97

Tabela 5 — Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima extraída em  $\mu\text{g}$  de B nos órgãos por planta, e ponto de inflexão em dias

Cultivar	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima ( $\mu\text{g/planta}$ )				Ponto de Inflexão (dias)		
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	total	caule	folha	fruto
Campinas (IAC-2712)	196	174	191	898	2.121	546	3.565	—	133	—
Camanducaia (IAC-3530)	196	170	203	775	2.337	823	3.935	—	129	184
Monte Alegre (IAC-3113)	196	161	206	714	1.973	884	3.571	—	123	186
SH-2	196	196	216	435	985	444	1.864	—	—	—

Com relação à extração dos cultivares pelos órgãos, o cultivar Campinas (IAC-2712) extraiu 898  $\mu\text{g}$  de B através dos caules, contra 775  $\mu\text{g}$  do cultivar Camanducaia (IAC-3530), enquanto este último, superou o primeiro em relação à extração pelas folhas, com extração de 2.337  $\mu\text{g}$  de B contra 366  $\mu\text{g}$  do primeiro. Uma menor proporção em relação à extração do nutriente nos caules e nas folhas, estão os cultivares Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 com 714  $\mu\text{g}$  e 435  $\mu\text{g}$  de B nos caules e 1.973  $\mu\text{g}$  e 985  $\mu\text{g}$  do nutriente nas folhas.

A menor extração do B pelos cultivares deu-se através dos frutos, sendo a média das quantidades máximas entre os cultivares 671  $\mu\text{g}$  onde se destaca o cultivar SH-2 pela sua menor exigência em B nos frutos.

Observou-se também a média das quantidades máximas de B nos frutos entre cultivares corresponde somente a 36% da média das quantidades máximas (1.854  $\mu\text{g}$ ) extraída pelas folhas, enquanto a média das quantidades máximas dos caules (706  $\mu\text{g}$ ) corresponde tão somente a 38% da quantidade máxima média que é extraída pelas folhas.

JOHN et alii (1975), mencionam a concentração de 55 ppm a 57 ppm em B nas folhas na época do florescimento.

Os dados do presente trabalho estão em acordo com os citados por este autor.



Tabela 6 — Concentração e quantidade de cobre nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas

Cultivar	Órgão	Cobre																	
		Dias após o Transplante																	
		76	116	156	176	196	216												
		ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*						
Campinas (IAC-2712)	caule	18,0	28	4	42,0	270	40	11,0	175	26	19,5	496	74	17,0	481	72	15,5	483	72
	folha	19,5	119	18	38,0	388	58	11,8	282	42	11,5	357	54	16,8	498	75	18,0	631	102
	fruto	—	—	—	29,5	44	7	14,0	98	15	14,0	172	26	17,5	273	41	18,8	266	40
	total	—	147	22	—	702	105	—	555	83	—	1025	154	—	1252	188	—	1430	214
Camanducaia (IAC-3530)	caule	17,8	22	3	118,0	934	140	12,5	125	19	17,3	345	52	16,0	333	50	15,0	257	38
	folha	14,5	97	15	141,0	2419	363	14,3	396	59	14,3	394	59	14,3	363	54	14,5	610	92
	fruto	—	—	—	115,2	334	50	14,0	125	19	12,3	178	27	13,5	241	36	16,5	391	59
	total	—	119	18	—	3687	553	—	646	97	—	917	138	—	937	140	—	1258	189
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	16,0	57	8	17,8	147	22	17,5	208	31	12,8	160	24	20,3	431	65	13,8	295	31
	folha	20,3	225	34	16,0	295	44	12,3	267	40	12,3	273	41	11,8	224	33	12,8	364	55
	fruto	—	—	—	19,7	30	4	18,3	89	13	18,0	197	29	23,5	501	75	11,5	303	45
	total	—	282	42	—	472	70	—	564	84	—	630	94	—	1156	173	—	872	131
5H-2	caule	20,8	33	5	19,0	126	19	16,0	105	16	16,3	233	35	15,0	252	38	15,0	321	48
	folha	16,5	91	14	13,8	187	28	12,8	202	30	19,3	405	73	17,3	325	49	16,0	581	87
	fruto	—	—	—	—	—	—	15,6	46	7	17,5	132	19	20,0	188	28	11,6	133	20
	total	—	124	19	—	313	47	—	353	53	—	850	127	—	765	115	—	1035	155

\* Calculado para uma população de 150.000 plantas.  
 Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 429,06  
 Épocas dentro de cultivares em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 172,60

Poder-se-ia recomendar em uma primeira aproximação para efeito de diagnose foliar, valores de 44 ppm a 55 ppm nas folhas na fase de florescimento do morangueiro em torno dos 76 dias de idade.

As variações na extração máxima de B em g/ha por caules, folhas e frutos foram as seguintes: caules: 65 g a 135 g/ha; folhas: 148 g a 351 g/ha; frutos: 67 g a 133 g/ha.

### Cobre

Os valores da concentração e as quantidades de Cu nos órgãos dos cultivares acham-se expressos na Tabela 6.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas, acham-se assinalados nas Tabelas 7 e 8.

Os cultivares diferiram na absorção do Cu tanto em relação a caules e folhas como em relação aos frutos.

Verificou-se também que a interação de cultivares com épocas foi significativa não somente em relação a caules e folhas como também em relação aos frutos, indicando a existência de uma dependência entre cultivares e épocas de absorção. Procedendo-se o desdobramento pelas análises de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares.

Tabela 7 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de Cu nos caules e nas folhas dos cultivares

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	878.737,35	878.737,35	7,00**
Cultivares	3	3.337.055,18	1.112.351,71	8,84**
Órgãos x Cultivares	3	963.616,66	321.205,56	2,55
Resíduo (a)	24	3.016.732,56	125.697,20	—
Parcelas	31	8.196.141,75		
Épocas	3	4.592.914,92	1.530.971,65	14,46**
Órgãos x Épocas	3	986.861,58	328.953,86	3,11**
Cultivares x Épocas	9	9.520.699,69	1.057.855,53	10,00**
Órgãos x Cult. x Épocas	9	2.045.439,58	227.271,07	2,15*
Resíduo (b)	72	7.621.418,85	105.853,03	
Total	127	32.963.476,37		

Tabela 8 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de Cu nos frutos dos cultivares

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	191.708,91	63.902,98	5,65**
Resíduo (a)	12	135.714,30	11.309,53	
Parcelas	15	327.423,21		
Épocas	3	513.519,63	171.173,21	20,00**
Cultivares x Épocas	9	222.149,32	24.683,26	3,01**
Resíduo (b)	36	294.916,33	8.192,13	
Total	63	1.358.008,49		

As curvas que se ajustam ao fenômeno de absorção nos órgãos dos cultivares, correspondem a regressão do 1.º, 2.º e 3.º grau, as quais acham-se expressas na Tabela 9.

As épocas de máxima extração pelos órgãos nos diversos cultivares, como mostram os dados da Tabela 10, variaram de 137 dias a 196 dias para os caules, e de 131 dias a 196 dias para as folhas, destacando-se os cultivares Camanducais (IAC-3530), para frutos cujos valores de ponto de máxima situaram-se entre 201 dias e 216 dias. O cultivar Monte Alegre (IAC-3113) foi o mais precoce dos quatro cultivares, tendo inclusive atingido a época de maior exigência na absorção de Cu aos 181 dias não apresentando os demais cultivares uma época de maior exigência do nutriente pelos frutos. O mesmo fenômeno ocorreu para caules e folhas.

As quantidades extraídas pelos diversos cultivares variaram entre 224  $\mu\text{g}$  e 573  $\mu\text{g}$  de Cu nos caules e entre os 309  $\mu\text{g}$  e os 1.561  $\mu\text{g}$  nas folhas. Nos frutos a variação ocorreu entre 172  $\mu\text{g}$  e 526  $\mu\text{g}$ .

As quantidades de Cu em g/ha extraídas pelos órgãos dos cultivares foram: caules: 34 g a 86 g/ha; folhas: 43 g a 234 g/ha; frutos: 26 g a 79 g/ha.

No total o cultivar Camanducaia (IAC-3530) foi o que mais extraiu o Cu, com uma quantidade de 374/g/ha, enquanto o cultivar SH-2 foi o que apresentou menor extração, 106 g/ha.

Tabela 9 — Regressão representativa da acumulação de cobre pelos órgãos dos cultivares em mg/planta (Y) em função da idade (x) em dias após o transplante

Cultivar	Órgão	Equação de regressão	Coefficiente de determinação (r <sup>2</sup> )
Campinas (IAC-2712)	caule	$- 190,831 + 3,158 x$	0,73
	folha	$- 28,378 + 2,575 x$	0,67
	fruto	$- 615,675 + 4,533 x$	0,99
Camanducaia (IAC-3503)	caule	$- 1.502,128 + 30,214 x - 10,994 \cdot 10^{-2} x^2$	0,41
	folha	$- 4.834,450 + 97,029 x - 36,800 \cdot 10^{-2} x^2$	0,42
	fruto	$- 566,807 + 4,303 x$	0,93
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	$- 191,246 + 2,953 x$	0,91
	folha	$- 27,174 + 47,068 \cdot 10^{-1} x - 17,587 \cdot 10^{-3} x^2$	0,98
	fruto	$84.183,062 - 1.420,734 x + 79,191 x^2 - 14,535 \cdot 10^{-3} x^3$	0,99
SH-2	caule	$- 87,806 + 1,591 x$	0,81
	folha	$- 45,528 + 1,798 x$	0,92
	fruto	$- 3.171,831 + 34,338 - 88,059 \cdot 10^{-3} x^2$	0,96

Tabela 10 — Valores de ponto de máxima em dias, quantidades máxima extraída em  $\mu\text{g}$  de Cu nos órgãos por planta e ponto de inflexão em dias

Cultivar	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima ( $\mu\text{g}/\text{planta}$ )				Ponto de Inflexão (dias)		
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	total	caule	folha	fruto
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	427	476	363	1.266	—	—	—
Camanducaia (IAC-3530)	137	131	216	573	1.561	362	2.496	—	—	—
Monte Alegre (IAC-3113)	196	133	201	387	287	526	1.200	—	—	181
SH-2	196	196	216	224	309	172	705	—	—	—

A concentração de Cu nos órgãos dos cultivares, apresentaram-se mais altos, em todas as épocas como mostram os dados da Tabela 11, do que os valores encontrados por outros pesquisadores. WEBB e HALLAS (1966), mencionam valores para concentração de Cu nas folhas de morangueiros em condições de solução nutritiva, de 6,2 ppm a 8,2 ppm. JOHN et alii (1975), trabalhando em condições de campo, encontraram valores de concentração variando entre 8,1 ppm e 8,8 ppm nas folhas e 4,6 ppm a 4,8 ppm nos pecíolos.

### Ferro

Os valores da concentração e as quantidades de Fe nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 11.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os resultados apontados nas Tabelas 12 e 13.

Houve diferença significativa para cultivares na absorção de Fe, tanto em relação a caules e folhas como em relação aos frutos.

Foi significativa também a interação de cultivares com épocas, mostrando uma dependência entre cultivares e épocas de absorção. Levando-se em consideração este aspecto, efetuou-se o desdobramento da interação através das análises de regressão das diferentes épocas

Tabela 11 — Concentração e quantidade de ferro nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas

Cultivar	Órgão	Ferro																
		Dias após o Transplante																
		76	116	156	176	196	216											
		ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*					
Campinas (IAC-2712)	caule	385	607	91	603	3990	546	8124	1219	1168	29331	4400	616	15934	2390	479	15845	2257
	folha	603	3899	565	704	7381	1107	16077	2412	523	16379	2457	592	13703	2055	487	19131	2870
	fruto	—	—	—	320	489	73	6985	1047	320	6381	957	654	15356	2303	270	25063	3759
	total	—	4505	675	—	11860	1779	31180	4678	—	52091	7814	—	44993	6748	—	59239	6685
Camanducaia (IAC-3530)	caule	268	338	51	577	4568	688	3647	547	1538	31903	4785	638	12891	1934	556	16892	1604
	folha	423	2854	428	579	8494	1274	9486	1423	839	23671	3551	374	9501	1425	485	28305	3046
	fruto	—	—	—	504	1257	189	4816	722	357	11852	1778	579	10355	1553	559	41221	6187
	total	—	3192	479	—	14339	2151	17949	2692	—	67426	10114	—	32747	4912	—	73318	10837
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	295	1016	151	501	3997	600	6787	1018	1019	12084	1813	379	8188	1228	512	7768	1135
	folha	456	4913	722	609	11787	1768	13634	2045	696	15723	2368	691	13400	2010	463	14353	2153
	fruto	—	—	—	499	1028	154	4743	711	711	9601	1440	569	17217	2583	533	37292	5593
	total	—	5829	874	—	16812	2522	25164	3774	—	37408	5611	—	38805	5821	—	59345	9901
5H-2	caule	439	687	103	613	4216	632	2905	436	242	3516	527	571	9695	1454	769	13112	1996
	folha	285	1666	250	653	9115	1367	5496	824	403	10299	1545	594	10535	1580	586	16597	2720
	fruto	—	—	—	—	—	—	2730	409	191	1500	225	306	14619	2193	371	12940	1941
	total	—	2353	353	—	13331	1999	11131	1669	—	15315	2297	—	34849	5227	—	44649	6397

\* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Épocas dentro da cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 5253,77

Épocas dentro de cultivares em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 14657,02

Tabela 12 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de Fe, nos caules e nas folhas dos cultivares

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	451.926.412,38	451.926.412,38	23,58**
Cultivares	3	285.540.696,25	95.180.232,10	4,97**
Órgãos x Cultivares	3	78.744.280,07	26.248.093,37	1,37
Resíduo (a)	24	459.932.856,25	19.163.869,02	
Parcelas	31	1.276.144,245,95		
Épocas	3	1.804.783.441,50	601.594.480,50	37,34**
Órgãos x Épocas	3	92.258.156,10	30.752.718,69	1,90
Cultivares x Épocas	9	360.106.904,25	40.011.878,22	2,48*
Órgãos x cult. x Épocas	9	72.084.240,07	8.009.360,01	0,50
Resíduo (b)	72	1.160.208.761,50	16.114.010,57	
Total	127			

Tabela 13 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de Fe nos frutos dos cultivares

Cultivares da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	908.251,888,50	302.750.629,63	3,56*
Resíduo (a)	12	1.021.186.824,50	85.098.902,07	
Parcelas	15	1.929.438.713,00		
Época	3	5.736.114.772,00	1.912.038.257,50	32,36**
Cultivares x Épocas	9	1.446.497.985,50	160.721.998,32	2,73*
Resíduo (b)	36	2.126.633.337,50	59.073.148,24	
Total	63	11.238.684.808,00		

dentro de cultivares. Foram adotadas regressões lineares para expressar a extração do Fe nos órgãos, para todos os cultivares como mostra a Tabela 14.

Tabela 14 — Regressão representativa da acumulação de ferro pelos órgãos dos cultivares em mg/planta (Y) em função da idade (x) em dias após o transplante

Cultivar	Órgão	Equação de regressão	Coefficiente de determinação (r <sup>2</sup> )
Campinas (IAC-2712)	caule	— 9.876.004 + 125.291 x	0,95
	folha	— 7.311.978 + 140.273 x	0,96
	fruto	— 45.337.747 + 316.042 x	0,86
Camanducaia (IAC-3530)	caule	— 7.117.668 + 91.794 x	0,78
	folha	467,039 + 52.328 x	0,71
	fruto	— 83.369.202 + 510.082 x	0,71
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	— 3.267.352 + 60.767 x	0,67
	folha	1.521.546 + 69.022 x	0,73
	fruto	— 80.681.217 + 526.314 x	0,89
	caule	— 4.366.756 + 64.285 x	0,74
	folha	1.172.381 + 57.721 x	0,56
	fruto	— 32.739.816 + 218.748 x	0,69

As quantidades máximas extraídas e as épocas em que teoricamente os cultivares apresentam essas quantidades nos órgãos, são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 — Valores de ponto de máxima em dias, e extração máxima de Fe em µg nos órgãos por planta

Cultivar	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima (µg/planta)			
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	total
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	14.681	20.181	22.927	57.789
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	216	10.873	10.723	33.288	54.884
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	216	8.642	15.049	33.002	56.693
SH-2	196	196	216	8.232	10.141	14.509	32.882



Um comportamento linear na absorção de Fe, em caules, folhas e frutos, foi obtido por THOMAZ (1975), na cultura de espinafre, explicando ainda, que o término do período experimental não coincidiu com o final do ciclo da cultura, em vista do que não foi possível observar um decréscimo da concentração de Fe nas folhas, em decorrência da intensidade do processo de translocação para os frutos.

As quantidades máximas extraídas pelos órgãos entre os cultivares, estão variando assim: nos caules, entre 8.232  $\mu\text{g}$  e 14.681  $\mu\text{g}$  do nutriente, nas folhas entre os 10.141  $\mu\text{g}$  a 20.181  $\mu\text{g}$ , e nos frutos entre 14.509  $\mu\text{g}$  e 33.288  $\mu\text{g}$ . Essas quantidades quando comparadas às quantidades máximas extraídas aos 77 dias após o transplante pelos órgãos da espécie ornamental rainha margarida (*Calistephus chinensis*), que também extrai teores elevados de Fe pelos órgãos, como mencionam HAAG et alii (1974), constata-se que as extrações do nutriente registrados pelos diversos cultivares do morangueiro são bem elevados.

Os valores para concentração do nutriente nos órgãos nas diferentes épocas, como podem ser vistos pelos dados da Tabela 12, são bem elevados quando comparados com aqueles encontrados por WEEB e HALLAS (1966) e por JOHN et alii (1975), o primeiro trabalhando em condições de solução nutritiva e o segundo em condições de campo. Contudo, a possibilidade de ocorrência de contaminação do material vegetal com o solo é grande, dado as características peculiares que apresenta o sistema vegetativo do morangueiro. Em síntese, a distribuição da concentração do Fe foi mais elevada, na ordem: frutos, folhas e caules.

De acordo com os dados de extração máxima e época em que os cultivares apresentaram essa quantidade, observou-se que todos os cultivares alcançaram a sua extração máxima aos 196 dias e aos 216 dias respectivamente, para as partes vegetativas e reprodutivas. As quantidades extraídas em g/ha do nutriente pelos órgãos entre os cultivares foram as seguintes: caules: 1.235 g a 2.202 g/ha; folhas: 1.521 g a 3.027 g/ha; frutos: 2.176 g a 4.933 g/ha.

### Manganês

Os valores da concentração e as quantidades de Mn nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 16.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os resultados constantes nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 16 — Concentração e quantidade de manganês nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas

Cultivar	Órgão	Manganês																	
		Dias após o Transplante																	
		76	116	156	176	196	216												
		ppm $\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha* ppm	$\mu\text{g/pl}$ g/ha*								
Campinas (IAC-2712)	caule	27,8	43	6	47,8	306	45	45,3	699	185	76,5	1918	288	39,8	1039	156	142,5	4925	739
	folha	60,8	394	59	96,8	1004	150	64,0	1474	221	65,5	2093	313	41,0	1187	176	31,0	1294	194
	fruto	—	—	—	39,2	59	8	66,5	503	75	40,8	490	74	39,0	645	95	36,0	763	114
	total	—	437	65	—	1369	203	—	2676	401	—	4501	675	—	2871	430	—	6962	1047
Camanducaia (IAC-3530)	caule	17,3	21	3	44,0	345	52	32,8	315	47	73,3	1542	231	24,5	525	79	44,3	858	130
	folha	42,0	280	42	53,8	781	117	45,5	1121	168	61,3	1761	264	25,5	637	98	75,5	3147	472
	fruto	—	—	—	37,5	94	14	33,5	306	46	43,3	617	93	30,0	535	80	57,8	1326	199
	total	—	301	45	—	1220	183	—	1742	261	—	3920	588	—	1717	257	—	5341	601
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	30,5	103	15	37,5	299	45	54,5	635	95	64,3	749	112	40,0	925	138	28,5	415	62
	folha	34,3	354	53	58,5	1119	168	66,3	1497	225	81,8	1794	269	46,0	098	135	40,0	1443	216
	fruto	—	—	—	35,5	68	10	75,0	371	55	50,0	357	54	24,8	546	82	47,3	1130	170
	total	—	457	68	—	1486	223	—	2503	375	—	2900	435	—	2369	355	—	2969	445
5H-2	caule	26,3	41	6	82,5	523	78	54,8	359	54	46,3	648	97	20,5	349	53	29,5	470	70
	folha	42,3	234	35	190,0	2516	377	110,5	1804	271	156,3	3972	596	43,0	789	118	46,8	1360	204
	fruto	—	—	—	—	—	—	67,8	195	29	54,8	438	65	42,0	389	58	39,0	447	67
	total	—	275	41	—	3039	455	—	2358	354	—	5058	758	—	1527	229	—	2277	341

\* Calculado para uma população de 150.000 plantas.  
 Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 619,90  
 Épocas dentro de cultivares em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 469,86

Tabela 17 — Análise da variância conjunta das quantidades em g de Mn nos caules e nas folhas dos cultivares

Cultivares da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	11.470.215,58	11.470.215,58	115,46**
Cultivares	3	1.893.389,29	631.129,77	6,36**
Órgãos x Cultivares	3	1.905.013,53	635.004,52	6,40**
Resíduo (a)	24	2.384.375,32	99.348,98	
Parcelas	31	17.652.993,72		
Épocas	3	12.298.606,25	4.099.535,41	18,55**
Órgãos x Épocas	3	4.666.679,45	1.555.559,82	7,04**
Cultivares x Épocas	9	5.302.822,29	589.202,48	2,67*
Órgãos x Cult. x Épocas	9	1.808.121,97	200.902,44	0,90
Resíduo (b)	72	15.909.188,25	220.960,95	
Total	127	57.638.411,93		

Tabela 18 — Análise da variância conjunta das quantidades em  $\mu\text{g}$  de Mn nos frutos dos cultivares

Cultivares da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	1.026.762,86	342.254,28	2,66
Resíduo (a)	12	1.539.267,92	128.272,32	
Parcelas	15	2.566.030,78		
Épocas	3	2.794.189,99	931.396,67	15,35**
Cultivares x Épocas	9	1.207.983,66	134.220,40	2,22*
Resíduo (b)	36	2.185.413,18	60.705,92	
Total	63	8.753.617,61		

Houve diferença significativa para absorção do Mn somente em relação a caules e folhas.

Foi significativa a interação cultivares x épocas, tanto em relação à absorção do nutriente por caules e folhas, como em relação à absorção pelos frutos, revelando assim, que existe uma relação entre cultivares e épocas de absorção, em face do que, procedeu-se o desdobramento das interações pela análise de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares.

As expressões analíticas que traduzem a absorção do Mn nos órgãos dos cultivares correspondem a regressões do 1.º e do 2.º grau, as quais se encontram representadas na Tabela 19.

Tabela 19 — Regressões representativas da acumulação de manganês pelos órgãos dos cultivares em mg/planta (Y) em função da idade (x) em dias após o transplante

Cultivar	Órgão	Equação de regressão	Coefficiente de determinação (r <sup>2</sup> )
Campinas (IAC-2712)	caule	$- 627,354 + 8,448 x$	0,99
	folha	$46,744 + 7,118 x$	0,64
	fruto	$- 269,553 + 4,678 x$	0,87
Camanducaia (IAC-3530)	caule	$- 201,893 + 3,702 x$	0,84
	folha	$- 2.275,840 + 44,656 x - 15,065 \cdot 10^{-2} x^2$	0,94
	fruto	$- 2.073,421 + 14,890 x$	0,76
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	$- 462,147 + 7,008 x$	0,99
	folha	$- 3.229,984 + 26,961 x - 21,302 \cdot 10^{-2} x^2$	0,97
	fruto	$- 1.546,282 + 11,330 x$	0,78
SH-2	caule	$- 1.207,734 + 22,796 x - 76,817 \cdot 10^{-2} x^2$	0,73
	folha	$- 7.486,151 + 142,515 x - 51,521 \cdot 10^{-2} x$	0,88
	fruto	$- 290,017 + 3.535 x$	0,60

Nos caules, os pontos de máximas variam entre os 148 dias e os 196 dias, nas folhas entre os 138 dias e os 196 dias, sendo o cultivar SH-2 o mais precoce e os demais tardios. Todos os cultivares atingiram para frutos o seu ponto de máxima aos 216 dias (Tabela 20).

Tabela 20 — Valores de ponto de máxima em dias, a extração máxima de Mn em  $\mu\text{g}$  nos órgãos por planta

Cultivar	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima ( $\mu\text{g}/\text{planta}$ )			
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	total
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	1.028	1.441	740	3.209
Camanducaia (IAC-3530)	196	148	216	423	1.033	1.142	2.698
Monte Alegre (IAC-3113)	196	147	216	911	1.422	991	3.324
SH-2	148	138	216	483	2.369	473	3.325

De acordo com os valores totais, a menor quantidade foi extraída, pelo cultivar Camanducaia (IAC-3530), e a maior pelo cultivar SH-2.

Em virtude do ajuste ter indicado curvas do 1.º e do 2.º grau, as mesmas não possuem ponto de inflexão, o que teoricamente não evidencia uma época de maior exigência do Mn na absorção pelos órgãos.

As extrações pelos cultivares oscilaram entre 483  $\mu\text{g}$  e 1.028  $\mu\text{g}$  de Mn nos caules, nas folhas entre 1.033  $\mu\text{g}$  e 2.369  $\mu\text{g}$  nos frutos entre 473  $\mu\text{g}$  e 1.142  $\mu\text{g}$ . Observou-se que a quantidade máxima de Mn nos caules foi encontrada no cultivar Campinas (IAC-2712) e nas folhas no cultivar SH-2. Os frutos dos cultivares Camanducaia (IAC-3530) lideraram a extração em Mn. Revela ainda a grande capacidade de extração de Mn apresentada pelo cultivar SH-2.

Dados relacionados à extração e concentração de micronutrientes por cultivares de morangueiro, são muito escassos na literatura. WEBB e HALLAS (1966), trabalhando em condições de solução nutritiva com níveis crescentes de Fe encontraram valores de extração variando entre 2,07  $\mu\text{g}$  a 4,56  $\mu\text{g}$  de Mn das folhas correspondendo às concentrações de 129 ppm e os 175 ppm de Mn nestes órgãos. JOHN et alii (1975), assinalaram valores de concentração nas folhas entre 141 ppm e 116 ppb, e nos pecíolos entre 70 ppm e 57,1 ppm no período que vai da floração ao início da frutificação.

Tabela 21 — Concentração e quantidade de zinco nos órgãos dos cultivares em unção do estágio de desenvolvimento das plantas

Cultivar	Órgão	Zinco																		
		Dias após o Transplante																		
		76	116	156	176	176	176	176	176	176	216									
		ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	ppm	µg/pl	g/ha*	
Campinas (IAC-2712)	caule	55,5	86	13	70,5	458	69	98,5	1569	235	112,0	2822	423	94,5	2525	370	68,3	2189	328	
	folha	58,0	382	57	47,0	494	74	110,8	2636	395	52,8	1642	246	102,3	3090	464	39,3	1523	228	
	fruto	—	—	—	22,0	34	5	123,8	848	127	134,8	1443	216	104,0	1907	286	89,3	1750	253	
	total	468	70	986	148	5053	757	5907	885	7522	1128									5462
Camam- ducaia (IAC-3530)	caule	33,5	42	6	103,8	813	122	135,3	1261	189	119,8	2412	362	194,8	3995	599	93,8	1879	262	
	folha	72,3	488	73	60,0	648	97	96,0	2356	353	81,5	2277	341	96,3	2434	365	68,8	2864	429	
	fruto	—	—	—	41,5	110	17	78,3	664	100	104,5	1701	255	137,5	2691	404	160,5	4004	601	
	total	530	79	1571	236	4281	642	6390	958	9120	1368									8747
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	37,8	129	19	70,0	639	96	95,0	1141	171	94,5	1227	187	76,0	1651	248	78,5	1189	178	
	folha	60,8	639	96	83,0	1580	237	63,5	1495	224	72,5	1556	235	109,3	2002	312	64,5	1956	293	
	fruto	—	—	—	57,0	111	16	123,0	526	79	69,3	770	117	215,3	5117	767	203,8	4885	733	
	total	768	115	2330	349	3162	474	3561	534	8850	1327									8030
5H-2	caule	45,0	71	10	51,0	335	50	58,3	395	59	53,3	776	116	81,0	1491	224	68,3	1481	222	
	folha	58,3	317	48	31,8	335	50	49,8	794	119	36,0	916	137	68,5	1389	208	38,0	1248	187	
	fruto	—	—	—	—	—	—	54,0	195	29	166,0	1438	216	147,5	1135	170	37,8	437	56	
	total	388	50	670	100	1384	207	3130	469	4015	602									3166

\* Calculado para uma população de 150.000 plantas.  
 Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 1060,51  
 Épocas em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 1806,96

Os valores da concentração encontrados no presente trabalho do mesmo período, compreendendo a faixa que vai dos 76 dias aos 116 dias, foram mais elevadas, entre 34,3 ppm e 190 ppm. Cabe mencionar, que as concentrações mais altas nas folhas, no geral, ocorreram no cultivar SH-2, enquanto o cultivar Campinas (IAC-2712), se manteve entre 31 ppm e 96 ppm, na faixa que dos 116 dias aos 216 dias. Os maiores decréscimos na concentração são registrados entre os 176 dias e os 216 dias, quando os cultivares tendiam para sua maturação fisiológica e a concentração variou de 31 ppm a 65,6 ppm de Mn.

Segundo Tukey et alii (1958) mencionado por ANDRADE (1975), o Mn é um dos elementos que pode ser lavado das folhas, acarretando perdas deste nutriente durante o ciclo vegetativo. CAMARGO (1970., assinala que a lavagem varia com a natureza do material vegetal, e com a espécie de planta. E na mesma planta ela varia com a idade e com o tipo de folhas.

As quantidades de Mn extraídas em g/ha pelos órgãos dos cultivares foram: caules: 72 g a 154 g/ha; folhas: 155 g a 355 g/ha; frutos: 71 g a 171 g/ha.

## Zinco

Os valores da concentração e as quantidades de Zn nos órgãos dos cultivares encontram-se na Tabela 21.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os resultados apontadas nas Tabelas 22 e 23.

Houve diferença significativa para cultivares na absorção de Zn para caules e folhas, não se verificando o mesmo em relação aos frutos.

A interação cultivares x épocas em relação a caules e folhas mostra que existe uma dependência entre cultivares e épocas de absorção. Este aspecto permitiu o desdobramento da interação através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares, obtendo-se regressões do 1.º e do 3.º grau como mostra a Tabela 24.

No comportamento da absorção do Zn pelos órgãos, os caules se adaptaram a regressões lineares, para todos os cultivares, foi também linear nas folhas para os cultivares Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2, e curvilínea (3.º grau) no cultivar

Campinas (IAC-2712), provavelmente devido a uma diminuição na taxa de absorção que ocorreu entre os 156 dias e os 176 dias, caindo de 0,0049 g para 0,0024 g/ha/dia de Zn, enquanto para frutos,

Tabela 22 — Análise da variância conjunta das quantidades em g de Zn nos caules e nas folhas dos cultivares

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	2.952.282,00	2.952.282,00	3,70
Cultivares	3	14.407.757,63	4.802.585,88	6,04**
Órgãos x Cultivares	3	1.684.558,13	561.519,37	0,70
Resíduo (a)	24	19.106.462,65	796.102,60	
Parcelas	31	38.151.060,41		
Épocas	3	78.819.388,46	26.273.129,50	40,63**
Órgãos x Épocas		3.264.085,12	1.088.028,37	1,68
Cultivares x Épocas	9	14.998.719,77	1.666.524,42	2,58*
Órgãos x Cult. x Épocas	9	6.263.194,01	695.910,45	1,07
Resíduo (b)	72	46.561.677,16	646.689,96	
Total	127	188.058.124,93		

Tabela 23 — Análise da variância conjunta em  $\mu\text{g}$  de Zn nos frutos dos cultivares

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	37.704.377,93	12.568.125,97	2,18
Resíduo (a)	12	69.019.051,47	5.751.587,62	
Parcelas	15	106.723.429,40		
Épocas	3	56.272.909,04	18.757.636,35	5,22**
Cultivares x Épocas	9	50.648.363,16	5.627.595,91	1,57
Resíduo (b)	36	129.288.041,60	3.591.334,48	
Total	63	342.932.743,20		



Tabela 24 — Regressões representativas da acumulação de zinco pelos órgãos dos cultivares em mg/planta (Y) em função da idade (x) em dias após o transplante

Cultivar	Órgão	Equação de regressão	Coefficiente de determinação (r <sup>2</sup> )
Campinas (IAC-2712)	caule	$- 1.706,454 + 21,073 x$	0,96
	folha	$19.079,996 - 494,431 x + 40,045 \cdot 10^{-2} x^2 - 96,845 \cdot 10^{-4} x^3$	0,99
	fruto	$- 5.599,681 + 40,025 x$	0,91
Camanducaia (IAC-3530)	caule	$- 2.657,237 + 30,772 x$	0,85
	folha	$- 965,837 + 18,365 x$	0,88
	fruto	$- 5.599,681 + 40,025 x$	0,91
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	$- 832,943 + 12,670 x$	0,99
	folha	$5,454 + 10,615 x$	0,83
	fruto	$- 5599,681 + 40,025 x$	0,91
SH-2	caule	$- 896,028 + 10,801 x$	0,78
	folha	$- 482,197 + 8,940 x$	0,91
	fruto	$- 5.599,681 + 40,025 x$	0,91

ajustou-se uma regressão linear média para absorção e mtodos os cultivares, em virtude da interação cultivares x épocas não ter sido significativa, revelando assim, que os cultivares não dependem de épocas para absorver preferencialmente o Zn pelos frutos.

A quantidade máxima extraída e a época em que os cultivares mostraram estas quantidades nos órgãos são apresentados em seguida (tabela 25).

Tabela 25 — Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima extraída em  $\mu\text{g}$  de Zn nos órgãos por planta, e ponto de inflexão em dias

Cultivar	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima ( $\mu\text{g}/\text{planta}$ )				Ponto de Inflexão (dias)		
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	total	caule	folha	fruto
Campinas (IAC-2712)	196	182	216	2.423	3.355	3.045	8.823	—	137	—
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	216	3.374	2.633	3.045	9.052	—	—	—
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	216	1.650	2.085	3.045	6.780	—	—	—
SH-2	196	196	216	1.220	1.269	3.045	5.534	—	—	—

Observa-se que todos os cultivares em relação aos caules atingiram o seu ponto de máxima aos 196 dias, com quantidades máximas variando entre 1.220  $\mu\text{g}$  a 3.374  $\mu\text{g}$  de Zn.

As quantidades extraídas pelas folhas estão variando entre 1.269  $\mu\text{g}$  a 3.335  $\mu\text{g}$  de Zn, verificando-se aos 137 dias a época de maior exigência do nutriente nesses órgãos no cultivar Campinas (IAC-2712), que também foi o mais precoce, atingindo o ponto de máxima aos 182 dias, enquanto os demais cultivares só o fizeram aos 196 dias. Para os frutos, a extração máxima deu-se aos 216 dias e foi considerada com uma extração média o valor de 3.045  $\mu\text{g}$  de Zn, para os cultivares em conjunto. As diferenças nas quantidades de Zn entre os cultivares verificam-se apenas em relação a caules e folhas, pois, os frutos apresentam quantidades iguais.

Dados da literatura sobre extração de micronutrientes em cultivares de morangueiro, são escassos, assim como são também os dados de concentração.

WEBB e HALLAS (1966), mencionam uma extração de 850  $\mu\text{g}$  de Zn pelas folhas para o cultivar "Royal Sovereing" e presença do nível de 0,56 ppm de Fe em condições de solução nutritiva o que corresponde a uma concentração de 72 ppm de Zn. Todavia não menciona se esses valores para concentração e extração correspondem ao nível normal na planta. Mas afirmam que uma variação progressiva dos níveis de ferro de (0,56, 1,12, 2,24, 2,48 e 8,46 ppm), provocou um decréscimo na concentração e no conteúdo de Zn, Mn, Cu, Mg e K, porém, verificaram um certo acréscimo no conteúdo de Ca das folhas.

JOHN *et alii* (1975), mencionam teores de 31,8 a 28,5 ppm nas folhas e de 2,5 a 19,0 ppm para os pecíolos nos períodos de floração e frutificação respectivamente. Os valores para concentrações encontrados no trabalho, afastam-se dos valores mencionados por JOHN *et alii* (1975), porém de certa forma aproximam-se dos dados de WEBB e HALLAS (1966). Lutz *et alii* (1972) mencionados por ANDRADE (1975), assinalam que a concentração de Zn na planta é um dado relativo, dependente do pH do solo e do teor de P nos tecidos.

A distribuição da concentração de Zn nos órgãos dos cultivares obedecem a seguinte ordem decrescente: caule, folhas e frutos.

A maior extração do nutriente deu-se no cultivar Camanducaia (IAC-3530) pelas folhas; sendo o cultivar SH-2 o mais pobre.

As extrações de zinco em g/ha pelos órgãos dos cultivares em geral foram: caules: 183 g a 506 g/ha; folhas 190 g a 503 g/ha; frutos: 457 g/ha.

#### *Extração e Exportação dos Nutrientes*

As quantidades extraídas e exportadas dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn através dos órgãos dos cultivares encontraram-se na Tabela 26.

Para determinar as quantidades extraídas de nutrientes pelos cultivares, tomou-se por base a extração no ponto de máxima, enquanto a extração total é determinada pela soma das quantidades extraídas pelos órgãos. Observa-se pelos dados que os micronu-

trientes são extraídos em quantidades mais elevadas pelas folhas e em menor proporção por caules e frutos.

A extração dos micronutrientes, constata-se pelos dados da Tabela 26, que as maiores quantidades extraídas correspondem ao Fe, embora haja possibilidades de contaminações desses nutrientes, depois do Fe, seguem-se na ordem as extrações de Zn, B, Mn e Cu.

Tabela 26 — Quantidades máximas de micronutrientes extraídas em g/ha pelos órgãos dos cultivares.

Cultivar	Órgão	Nutriente (g/ha*)				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Campinas (IAC-2712)	caule	135	64	2.202	154	363
	folha	318	71	3.027	216	503
	fruto	82	54	3.439	111	457
	total	535	189	8.668	481	1.323
Camanducaia (IAC-3530)	caule	116	86	1.631	78	506
	folha	351	234	1.608	155	395
	fruto	123	54	4.993	171	457
	total	590	374	8.232	404	1.358
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	107	58	1.296	137	248
	folha	296	43	2.257	213	313
	fruto	133	79	4.950	149	456
	total	536	180	8.503	499	1.017
SH-2	caule	65	34	1.235	72	183
	folha	148	46	1.521	355	190
	fruto	67	26	2.176	71	457
	total	280	106	4.932	498	830

(\*) Calculado para uma população de 150.000 plantas.

## CONCLUSÕES

Os cultivares diferem na absorção de Cu, Fe, Mn e Zn para caules e folhas, e em Cu e Fe para frutos.

Os cultivares atingem o máximo da absorção de micronutrientes nos órgãos nas seguintes épocas, em dias:

Nutrientes	Caule	folha	fruto
B	196	161-196	191-216
Cu	137-196	131-196	201-216
Fe	196	196	216
Mn	148-196	138-196	216
Zn	196	182-196	216

Os cultivares extraem e exportam totais diferentes de B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Os micronutrientes são extraídos em quantidades mais elevadas através das folhas e em menor proporção pelos caules e frutos.

A extração total de micronutrientes, obedece a ordem decrescente Fe, Zn, B, Mn e Cu.

The highest absorption of micronutrients (days after planting) were:

Nutrients	Stems	Leaves	Fruits
B	196	161-196	191-216
Cu	137-196	131-196	216
Fe	196	196	216
Mn	148-196	138-196	216
Zn	196	182-196	201-216

The uptake and export of nutrients were different among the cultivars (Table 27 in Portuguese text).

The highest accumulation of micronutrients are found in the leaves.

## SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROP. XXX. ABSORPTION OF MICRONUTRIENTS BY FOUR STRAWBERRY (*FRAGARIA* SPP) CULTIVARS

The aim of this work was to estimate the differences in nutrients uptake and exportation of micronutrients by the followings cultivars: Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530); Monte Alegre (IAC-3113) and SH-2. The experimental was carried out in a soil — Terra Roxa Extraturada type, 'Luiz de Queiroz', serie. The experimental design was that randomized blocks with four replications and analysed together following the design of split-plot.

The soil of the plots were revolved to a deep of 12 cm. following application of 10 kg. organic matter/m<sup>2</sup>. The fertilizers were applied in the groove and in the same amount for all cultivars: Ammonium sulfate (20% N); triple superphosphate (20% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); potassium chloride (60% K<sub>2</sub>O). Thirty days after planting, 10 g./plant of ammonium sulfate was applied. After 76 days from planting, the first sample was taken. Other samples were taken in equal intervals of 20 days, up to 216 days. The samples were divided into stems, leaves and fruits. Chemical analysis were run for B, Cu, Fe, Mn and Zn.

The followings conclusions could be drawn.

There were differences in micronutrients content in stems and leaves among the cultivars (B, Cu, Fe, Zn) and in the fruits for B, Cu and Fe.

## LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.G., 1975. Acumulação Diferencial de Nutrientes por Cinco Cultivares de Milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP. 92 p. (Dissertação de Mestrado).
- BOYCE, B.R. e D.L. MATLOCK, 1966. Strawberry Nutrition. In: Childers, N.F. ed. *Nutrition of Fruit Crops*. 2.<sup>a</sup> ed. New Brunswick. p. 518-548.
- CAMARGO, L.S. de; BERNARDI, S.B.; ALVES, S. e E. ABRAMIDES; 1973. Comportamento de Novas Variedades Híbridas de Morangueiro, em Monte Alegre do Sul, no Ano de 1968. *Bragantia*, Campinas, 27: 165-167.
- CAMARGO, P.N., 1970. *Princípios de Nutrição Foliar*. Piracicaba, Ed. Agrônomo Cereals, 118 p.
- COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Rio de Janeiro, n.º 12, 643 p.
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; WATANABE, S. e J.R. SARRUGE, 1974. Nutrição Mineral das Plantas Ornamentais III. Absorção de Nutrientes pela Rainha Margarida (*Calceolophus chinensis*), *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 31: 223-332.

- JOHN, M.K.; DAUBNEY, H.A. e F.D. Mc ELROY, 1975. Influence os Sampling Time on Elemental Composition of Strawberry Leeves and Petioles. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, St. Joseph, Michiga, 100: 513-517.
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. *Curso de Estatística Experimental*. 3.<sup>a</sup> ed. São Paulo, 404 p.
- RANZANI, G.; FREIRE, O. e T. KINJO, 1966. *Carta de Solos do Município de Piracicaba*, ESALQ/USP. 85 p.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. *Análises Químicas em Plantas*. Piracicaba, ESALQ/USP. 56 p.
- SOUZA, A.F., 1976 Absorção de Nutrientes por Quatro Cultivares de Morangueiro (*Fragaria* spp.). Piracicaba, ESALQ/USP. 144 p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUZA, A.F.; H.P. HAAG, J.R. SARRUGE; G.D. DE OLIVEIRA e K. MINAMI, 1976. Nutrição Mineral de Hortaliças. XXIX. Absorção de Macronutrientes por Quatro Cultivares de Morangueiro (*Fragaria* spp.). *Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, 33: 647-683.
- THOMAZ, M.C., 1975. Nutrição Mineral do Espinafre (*Tetragonia expansa* Murr.). Piracicaba, ESALQ/USP. 81 p. (Dissertação de Mestrado).
- WEBB, R.A. e D.C. HALLAS, 1966. The Effect of Iron Suffly on Strawberry. Var. Sovereign. *Journal of Horticultural Science*, 41: 179-188.

