

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 37

Campinas, abril de 1978

N.º 5

COMPOSIÇÃO MINERAL DE DIVERSAS HORTALIÇAS⁽¹⁾

A. M. C. FURLANI, P. R. FURLANI, O. C. BATAGLIA, R. HIROCE, J. R. GALLO, *Seção de Química Analítica*, J. B. BERNARDI, J. B. FORNASIER, *Seção de Hortaliças Diversas*, e H. R. DE CAMPOS⁽²⁾, *Seção de Hortaliças de Frutos*, Instituto Agrônomo

SINOPSE

Objetivou-se conhecer, na época normal de colheita, as quantidades de matéria seca acumuladas, as concentrações dos elementos essenciais às plantas, mais as de cobalto, alumínio e sódio na matéria fresca e seca de 50 cultivares de hortaliças num total de 35 espécies. As amostras, normalmente constituídas de produtos da colheita, foram na sua maioria procedentes da região de Campinas, Estado de São Paulo e separadas em: melancia — em casca + polpa branca, polpa vermelha e semente; melão — em casca + polpa e semente; ervilha — em vagem e grão; berinjela — em fruto e pedúnculo; couve-flor — em folha e inflorescência; beterraba, cenoura, nabo e rabanete — em folha e raiz; alcachofra — em folha + caule e inflorescência. Das demais hortaliças foram utilizados o fruto todo, as folhas ou os bulbos sem separação.

Verificou-se que as leguminosas extraíram maiores quantidades de N, P, K, Mg, Cu, Mo, Zn e Co; as tuberosas, de Cl, Fe e Mn; as amarilidáceas, de S, B e Al; as folhosas, de Ca e Na. As cucurbitáceas extraíram menores quantidades da maioria dos nutrientes.

1 — INTRODUÇÃO

Além do valor nutritivo das hortaliças para a alimentação humana, reveste-se de importância o conhecimento das quantidades de nutrientes extraídas por sua colheita, principalmente como subsídio à adubação de reposição, devido à sua elevada exigência.

Entretanto, existem poucos dados sobre a exportação de nutrientes do solo pela colheita das hortaliças, geralmente calculados em função da produtividade média das culturas, que varia com o cultivar, solo e clima. Além disso não existem trabalhos no País que contenham informações com-

(1) Trabalho realizado com auxílio do Convênio CIA/BNDE — Projeto 19 FUNDEPRO 42. Recebido para publicação em 24 de abril de 1977.

(2) Com bolsas de suplementação do C.N.Pq.

pletas sobre a extração de macro e micronutrientes em hortaliças.

Haag e Homa (15) estudaram a curva de absorção de macronutrientes pela berinjela por hidroponia. Fernandes e outros (8, 10) avaliaram a extração de macronutrientes em alface e em cenoura. Isto foi feito também para pimentão (7, 9, 16), cebola (17), ervilha (24) e alho (25). Alguns trabalhos se referem à extração de micronutrientes (5, 18, 22, 24). Esses dados se acham condensados na revisão de Filgueira (11) e de Malavolta e outros (21).

O presente trabalho visou conhecer a quantidade de matéria seca, a porcentagem de água na matéria fresca, os teores dos 13 nutrientes, além dos de Co, Al e Na na matéria fresca e seca de 50 cultivares abrangendo 35 espécies de hortaliças, na colheita.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O material, coletado em diferentes épocas do ano e em diferentes anos, a partir de 1971, proveniente na sua maioria da região de Campinas, Estado de São Paulo, pertencendo aos seguintes cultivares: abobrinha (*Cucurbita pepo* 'caserta'), chuchu (*Sechium edule* sp), melancia (*Citrullus vulgaris* 'yamato sato'), melão (*Cucumis melo* 'amarelo-pará'), moranga (*Cucurbita maxima* 'coroa' e 'exposição'), pepino (*Cucumis sativus* 'verde-paulistano', 'marketer', 'palomar' e 'aodai'), ervilha (*Pisum sativum* 'perfectah' e 'torta-de-flor-roxa'), fava-italiana (*Vicia faba* 'IAC-3615'), feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* 'manteiga'), berinjela (*Solanum melongena* 'florida market', 'long purple' e 'santa genebra'), jiló (*Solanum jilo* 'I-3741'),

pimenta-doce (*Capsicum* sp 'sertãozinho'), pimentão (*Capsicum annum* 'ikedai'), tomate (*Lycopersicon esculentum* 'ângela'), morango (*Fragaria* x *Ananassa* 'monte alegre' e 'campinas'), quiabo (*Abelmoschus esculentus* 'campinas'), agrião (*Nasturtium officinale* sp), alface (*Lactuca sativa* 'gigante', 'great lakes', 'prize head' e 'white boston'), bortalha (*Basella rubra* 'mendanha'), brócolo (*Brassica oleracea* var. *italica* 'ramoso'), couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala* sp), couve-flor *Brassica oleracea* var. *botrytis cauliflora* 'santa elisa' e 'IAC-2624'), espinafre (*Spinacea oleracea* sp), repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* 'sabaúna'), salsa (*Petroselinum sativum* sp), alho (*Allium sativum* 'lavínia'), cebola (*Allium cepa* 'monte alegre' e 'roxa-do-traviú'), beterraba (*Beta vulgaris* sp), cenoura (*Daucus carota* 'nantes' e 'campinas'), nabo (*Brassica rapa* sp), mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorryza* sp), rabanete (*Raphanus sativus* sp), alcachofra (*Cynara scolymus* 'branca' e 'roxa-de-s.-roque'), aspargo (*Asparagus officinalis* 'mary washington'), cogumelo (*Agaricus campestris* sp).

Desse material foram utilizados somente os produtos de colheita, que foram separados como segue: melancia, em casca + polpa branca, polpa vermelha e semente; melão, em casca + polpa e semente; vagem de ervilha, em casca e grão; berinjela, em fruto e pedúnculo; couve-flor, em folha e inflorescência; beterraba, cenoura, nabo e rabanete, em folha e raiz; alcachofra, em folha + caule e inflorescência; para as demais hortaliças utilizou-se o fruto todo ou todas as folhas ou os bulbos.

As amostras de hortaliças foram divididas em quatro subamostras, em quantidades variáveis, para as determinações de elementos químicos. Foram pesadas, lavadas, secas em estufa de circulação forçada de ar a 60-70°C, pesadas novamente e moídas, quando possível, e submetidas às determinações de 13 nutrientes, além de cobalto, alumínio e sódio. As determinações foram efetuadas segundo os métodos usuais da Seção de Química Analítica do Instituto Agrônomo: N, P e B (19, 20); K, Al e Na (23); Ca e Mg (3); S (2); Cu, Fe, Nn e Zn (14); Mo (1); Cl (12) e Co (13).

Com base nos pesos frescos e secos do material e nas concentrações dos elementos na matéria seca, foram determinadas: as porcentagens de água; as proporções em peso entre as partes da planta; e a extração de elementos por tonelada de material fresco.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quadros 1 e 2 são apresentados os teores médios de 13 nutrientes, de cobalto, alumínio e sódio na matéria seca, as porcentagens de água nas diversas partes e as proporções de cada parte em relação ao peso fresco total de cada hortaliça.

Reunindo-se as hortaliças em principais grupos (11), verifica-se que as folhosas apresentaram teores mais elevados de N e Ca, as cucurbitáceas, de P e as tuberosas, de K e Mg. As amarilidáceas mostraram os teores mais baixos de macronutrientes, à exceção do S, que foi mais elevado do que em outros grupos.

As leguminosas apresentaram teores mais baixos em S.

Os grupos de hortaliças apresentaram a seguinte ordem decrescente de concentração média de macronutrientes na matéria seca: folhosas — K, N, Ca, P, S e Mg; amarilidáceas — N, K, S, P, Ca e Mg; tuberosas — K, N, Ca, P, Mg e S; cucurbitáceas — K, N, P, Ca; Mg e S; leguminosas — N, K, Ca, P, Mg e S; solanáceas — K, N, P, S, Ca e Mg. Individualmente, os teores mais elevados e os mais baixos de cada macronutriente foram respectivamente: N — cogumelo (7,06%) e mandioquinha-salsa (0,90%); P — pepino 'marketer' (1,12%) e polpa vermelha de melancia (0,19%); K — folha de beterraba (6,66%) e semente de melancia . . . (0,58%); Ca — folha de rabanete (2,61%) e semente e polpa vermelha de melancia (0,05%); Mg — folha de beterraba (1,50%) e alho (0,07%); S — agrião (0,65%) e morango 'campinas' (0,10%).

Na maioria das hortaliças, o K foi encontrado em concentrações mais elevadas dentre os macronutrientes e o Mg, nas mais baixas. Contudo, os teores de K da cebola, couve-flor, nabo e pimentão foram mais baixos do que os de N, ao contrário dos encontrados em trabalhos anteriores (6, 7, 15, 16, 21).

Em relação aos teores médios de micronutrientes e não nutrientes, as tuberosas apresentaram teores mais elevados de B, Cl, Mn, Al e Na; as folhosas, de Fe e Zn; as leguminosas, de Cu, Mo e Co. As amarilidáceas apresentaram teores mais baixos de B e Cu; as solanáceas, de Cl, Mo, Zn e Co; as cucurbitáceas, de Fe, Mn e Al; as leguminosas, de Na.

QUADRO 1. — Médias das concentrações de nutrientes, de Co, Al e Na na matéria seca, porcentagem de umidade das diversas partes e das proporções entre cada parte e o peso fresco total para as hortaliças de frutos

Hortaliça	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Co	Al	Na	Água	Índice em relação ao peso fresco total
	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
1 — CUCURBITÁCEAS																		
ABOBRINHA 'caserta' ..	2,86	0,789	4,52	0,38	0,41	0,177	22	6101	13,5	100	45	0,03	58	0,09	90	149	96,1	100,0
CHUCHU	3,52	0,889	4,08	0,46	0,30	0,254	23	10627	14,4	150	24	0,45	26	1,29	62	638	96,9	100,0
MELANCIA 'yamato satô'																		
a. casca + polpa branca	3,02	0,501	2,49	0,37	0,22	0,273	33	6656	3,9	42	31	0,03	23	0,24	41	520	94,7	37,3
b. polpa vermelha	1,63	0,191	1,17	0,05	0,12	0,117	14	580	6,3	35	7	0,12	17	0,16	7	302	91,8	62,0
c. semente	2,97	0,591	0,58	0,05	0,23	0,239	11	147	12,1	51	24	0,08	102	0,14	22	193	52,1	0,7
MELÃO																		
'amarelo-pará'																		
a. casca + polpa	1,68	0,461	2,70	0,16	0,31	0,205	17	5635	7,6	83	16	0,03	26	0,05	23	1521	92,0	95,3
b. semente	3,33	0,935	1,44	0,07	0,23	0,216	5	679	15,8	111	28	0,45	56	0,06	12	449	57,5	4,7
MORANGA																		
'exposição'	1,98	0,324	5,18	0,17	0,17	0,238	15	9607	4,2	63	35	0,09	26	0,08	19	89	93,4	100,0
'coroa'	1,97	0,336	3,62	0,16	0,19	0,219	15	5680	7,3	75	45	0,09	30	0,10	16	118	91,2	100,0
PEPINO																		
'verde-paulistano'	3,56	0,865	5,25	0,75	0,43	0,398	18	2104	9,1	207	30	0,15	59	0,07	226	200	96,8	100,0
'aoadá'	3,61	0,855	4,18	1,00	0,41	0,307	14	1567	5,7	122	35	0,15	44	0,07	35	325	97,1	100,0
'palomar'	2,79	0,713	4,27	0,80	0,38	—	15	1331	12,8	121	34	0,17	60	0,11	61	270	97,5	100,0
'marketer'	3,27	1,120	3,92	0,68	0,35	—	13	1397	8,1	269	60	0,16	59	0,15	62	345	97,2	100,0

2 — LEGUMINOSAS																		
ERVILHA																		
'perfectah'	2,34	0,282	3,52	2,54	0,25	0,244	20	932	9,1	150	25	0,34	28	0,06	122	272	90,2	52,1
a. casca																		
b. grão	3,98	0,508	1,70	0,38	0,20	0,237	9	2988	11,1	134	20	0,70	52	0,04	25	141	77,4	47,9
'torta-de-flor-roxa'	3,49	0,508	4,81	0,49	0,24	0,243	12	2396	10,3	134	27	1,68	43	0,05	48	205	86,5	100,0
vagem																		
FAVA ITALIANA																		
'IAC-5615'	4,01	0,565	2,82	0,26	0,22	0,174	18	2574	19,5	110	41	0,16	82	0,93	108	133	83,0	100,0
FEIJÃO-VAGEM																		
'manteiga'	3,15	0,563	2,87	0,66	0,39	0,234	28	2072	9,8	88	55	0,67	52	0,27	252	97	92,8	100,0
3 — SOLANÁCEAS																		
BERINJELA																		
'florida market'	3,00	0,504	3,64	0,10	0,30	0,307	23	1097	11,1	108	38	0,02	27	0,03	41	177	96,3	96,0
a. fruto																		
b. pedúnculo	2,46	0,320	4,02	0,80	0,30	0,355	26	1053	7,6	267	78	0,07	26	0,06	591	180	86,5	4,0
'long purple'																		
a. fruto	2,73	0,460	3,45	0,08	0,29	0,268	18	1494	8,7	117	24	0,01	24	0,02	28	183	93,8	94,4
b. pedúnculo	2,65	0,362	4,21	0,38	0,23	0,299	24	1098	10,0	277	36	0,02	19	0,06	594	192	86,0	5,6
'sta. genebra'																		
a. fruto	3,05	0,500	3,07	0,10	0,29	0,282	18	1955	8,3	104	28	0,01	30	0,05	142	152	93,2	95,9
b. pedúnculo	3,06	0,410	3,42	0,75	0,28	0,225	23	2008	10,1	200	41	0,11	27	0,09	436	169	84,3	4,1
JILÓ 'I-3741'																		
a. fruto	2,46	0,462	3,07	0,26	0,23	0,204	17	2928	8,9	69	38	0,06	23	0,08	86	116	90,7	100,0
PIMENTA-DOCE																		
'sertãozinho'	2,31	0,506	2,27	0,21	0,19	0,248	9	1581	6,0	60	25	0,04	18	0,07	50	365	92,5	100,0
PIMENTÃO 'Ikeda'																		
a. fruto	2,18	0,412	0,98	0,11	0,12	0,252	7	1019	12,5	54	33	0,04	13	0,18	76	297	92,8	100,0
TOMATE 'ângela'																		
a. fruto	2,97	0,322	3,61	0,13	0,08	0,636	8	2485	5,5	83	11	0,02	18	0,07	31	458	95,2	100,0
4 — OUTRAS																		
MORANGO																		
'monte-alegre'	1,62	0,388	2,09	0,32	0,19	0,110	15	392	2,1	84	85	0,20	17	0,05	170	112	92,8	100,0
'campinas'	1,40	0,447	1,93	0,24	0,15	0,098	3	297	2,2	111	123	0,16	17	0,04	260	105	93,2	100,0
QUIABO 'campinas'	2,39	0,506	3,09	0,37	0,48	0,193	20	2618	7,7	74	76	0,26	50	0,07	29	144	90,9	100,0

QUADRO 2. — Médias das concentrações de nutrientes, de Co, Al e Na na matéria seca, porcentagem de umidade das diversas partes e das proporções entre cada parte e o peso fresco total para as hortaliças com frutos não comestíveis

Hortaliça	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Co	Al	Na	Água	Índice em relação ao peso fresco
	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%
1 — FOLHOSAS																		
AGRIÃO	3,85	0,761	5,39	2,39	0,48	0,653	22	4038	7,5	250	43	1,91	94	0,22	816	2112	92,2	100,0
ALFACE																		
'gigante'	4,61	0,640	6,03	1,58	0,46	0,323	29	4571	9,4	925	154	0,08	116	0,17	816	414	95,8	100,0
'great lakes'	4,34	0,770	5,53	1,02	0,28	0,328	24	11381	13,9	205	131	0,01	110	0,09	302	351	97,3	100,0
'prize head'	4,75	0,417	6,00	1,01	0,32	0,335	37	9563	12,4	1089	95	0,16	94	0,26	1414	424	97,4	100,0
'white boston'	4,44	0,467	5,93	1,28	0,21	0,334	27	3195	5,9	821	131	0,07	109	0,26	1582	404	95,8	100,0
BERTALHA																		
'mendanha'	2,90	0,573	5,44	0,23	0,40	0,529	23	4881	14,2	411	108	0,63	81	0,49	362	215	94,0	100,0
BRÓCOLO 'ramoso'	4,48	0,905	4,09	1,57	0,33	0,631	23	12424	13,8	169	67	0,56	53	0,52	104	1274	92,1	100,0
COUVE-MANTEIGA																		
COUVE-FLOR	4,23	0,476	3,69	2,51	0,33	0,618	33	13002	3,4	300	97	1,18	29	0,10	369	4963	89,0	100,0
'santa elisa'																		
a. folha	4,12	0,417	2,88	1,92	0,48	0,621	56	5080	34,3	160	94	0,12	37	0,31	113	1061	90,8	69,7
b. flor	3,89	0,441	2,87	0,41	0,19	0,574	48	1841	5,5	91	34	0,04	38	0,23	128	1473	92,5	30,3
'IAC-2524'																		
inflorescência ...	4,17	0,846	2,28	0,43	0,18	0,490	16	5131	3,7	50	22	0,12	52	0,11	38	492	93,5	100,0
ESPINAFRE																		
REPOLHO 'sabaúna'	2,86	0,410	2,54	0,58	0,17	0,607	29	1686	3,5	61	45	0,12	34	0,16	33	324	94,0	100,0
SALSA	3,05	0,423	2,94	0,74	0,20	0,270	33	5219	3,2	3	27	0,02	43	0,04	8	398	88,1	100,0
2 — AMARILIDACEAS																		
ALHO 'lavínia'	2,41	0,355	1,54	0,43	0,07	0,631	19	136	2,7	233	21	0,27	34	0,06	785	118	69,5	100,0
CEBOLA																		
'monte-alegre'	2,91	0,505	2,92	0,18	0,19	0,613	16	2684	12,2	74	69	0,01	50	0,09	48	235	90,6	100,0
'roxa-do-travil'	2,44	0,251	2,38	0,15	0,17	0,609	7	2196	8,8	69	85	0,01	56	0,13	40	230	89,3	100,0

3 — TUBEROSAS

BETERRABA

a. folha	4,15	0,688	6,66	1,49	1,50	0,270	34	36054	18,1	648	46	0,20	42	0,21	2196	11885	93,5	36,3
b. raiz	3,33	0,869	6,31	0,30	0,47	0,1	28	14843	17,8	333	20	0,24	51	0,13	745	4898	93,9	67,3

CENOURA

'nantes'

a. folha	3,06	0,298	4,25	2,54	0,30	0,302	41	2440	21,0	319	311	—	43	0,05	447	752	81,5	14,4
b. raiz	2,36	0,435	4,19	0,58	0,25	0,199	33	7521	5,7	166	63	0,06	34	0,05	236	1364	91,2	85,6
'JAC-3815'																		
a. folha	2,82	0,402	2,80	0,84	0,21	0,248	33	4836	16,7	609	409	0,25	37	0,07	1345	917	84,3	20,4
b. raiz	2,45	0,311	4,92	0,54	0,25	0,210	31	5814	6,7	201	150	0,05	38	0,03	318	1392	93,6	79,6

MANDIOQUINHA

— saia	0,90	0,330	2,27	0,11	0,08	0,125	10	1175	5,9	132	28	0,01	18	0,01	75	132	76,7	
--------------	------	-------	------	------	------	-------	----	------	-----	-----	----	------	----	------	----	-----	------	--

NABO

a. folha	4,37	0,660	5,07	1,92	0,50	0,615	41	17035	15,2	290	84	0,66	46	0,15	548	3411	92,9	36,5
b. raiz	2,64	0,759	5,67	0,50	0,31	0,620	34	6745	8,0	64	32	0,19	42	0,09	87	2643	96,5	63,5

RABANETE

a. folha	4,59	0,601	5,08	2,61	0,91	0,583	35	23962	5,9	194	65	0,45	41	0,10	234	2549	93,2	37,5
b. raiz	3,13	0,744	5,33	0,47	0,33	0,590	18	8830	4,3	111	10	0,03	37	0,07	170	3033	96,2	62,5

4 — OUTRAS

ALCACHOFA

'roxa-de-s.-roque'

a. folha + caule	2,41	0,436	3,75	0,88	0,22	0,212	16	9518	6,6	226	42	0,05	26	0,06	209	784	90,5	51,7
b. inflorescência	2,90	0,430	2,96	0,49	0,28	0,144	13	6013	11,3	130	42	0,02	55	0,06	55	273	86,2	48,3
'branca'																		
a. folha + caule	2,38	0,371	3,85	0,93	0,18	0,213	17	13445	5,4	312	36	0,06	27	0,05	441	906	90,5	47,1
b. inflorescência	2,57	0,421	2,85	0,41	0,25	0,147	12	10966	5,4	116	38	0,04	43	0,06	51	474	86,4	52,9

ASPARGO

'mary washington'	3,79	0,660	3,30	0,23	0,15	0,600	19	8630	18,5	310	27	0,06	68	0,21	281	254	93,7	100,0
-------------------	------	-------	------	------	------	-------	----	------	------	-----	----	------	----	------	-----	-----	------	-------

COGUMELO	7,06	0,984	3,87	0,07	0,14	0,323	3	10324	47,2	68	14	0,27	86	0,01	117	532	90,2	100,0
----------------	------	-------	------	------	------	-------	---	-------	------	----	----	------	----	------	-----	-----	------	-------

Foi a seguinte a ordem decrescente de concentração desses elementos na matéria seca, apresentada para cada grupo de hortaliça: cucurbitáceas — Cl, Na, Fe, Al, Zn, Mn, B, Cu, Co e Mo; leguminosas — Cl, Na, Fe, Al, Zn, Mn, B, Cu, Mo e Co; solanáceas — Cl, Na, Al, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co e Mo; folhosas — Cl, Na, Al, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo e Co. Individualmente, os teores mais elevados e os mais baixos de cada elemento foram respectivamente: B — folha de couve-flor 'santa elisa' (56 ppm) e cogumelo e morango 'campinas' (3 ppm); Cl — folha de beterraba (36054 ppm) e alho (136 ppm); Cu — cogumelo (47,2 ppm) e morango 'monte alegre' (2,1 ppm); Fe — alface 'prize head' (1089 ppm) e salsa (3 ppm); Mn — folha de cenoura 'IAC' (409 ppm) e polpa vermelha de melancia (7 ppm); Mo — agrião (1,91 ppm) e cebola 'monte alegre' e 'roxa do traviú, alface 'great lakes' e fruto da berinjela 'long purple' e 'santa genebra' (0,01 ppm); Zn alface 'gigante' (116 ppm) e pimentão (13 ppm); Co — chuchu

(1,29 ppm) e cogumelo, mandioquinha-salsa (0,01 ppm); Al — folha de beterraba (2196 ppm) e polpa vermelha de melancia (7 ppm); Na — espinafre (55776 ppm) e moranga 'exposição' (89 ppm).

O cloro foi o micronutriente encontrado em maiores concentrações, seguido do ferro; o molibdênio foi o que esteve menos concentrado, antecedido pelo cobre.

Para serem melhor comparados, os dados de concentração de elementos na matéria seca foram transformados por tonelada de material fresco e reunidos por grupos de hortaliças, porque a concentração de água varia nas diferentes partes da planta e nas diferentes idades. Conhecendo a produtividade média das hortaliças em tonelada por hectare (4) pode-se estimar a extração de nutrientes nessa unidade de área.

Considerando-se as médias de extração para cada grupo de hortaliças (quadro 3), foi observada a seguinte ordem decrescente de extração de elementos:

- N — Leguminosas, amarilidáceas, folhosas, tuberosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- P — Leguminosas, amarilidáceas, tuberosas, folhosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- K — Leguminosas, tuberosas, amarilidáceas, folhosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- Ca — Folhosas, leguminosas, tuberosas, amarilidáceas, cucurbitáceas e solanáceas;
- Mg — Leguminosas, tuberosas, folhosas, amarilidáceas, solanáceas e cucurbitáceas;
- S — Amarilidáceas, folhosas, leguminosas, tuberosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- B — Amarilidáceas, tuberosas, leguminosas, folhosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- Cl — Tuberosas, folhosas, leguminosas, cucurbitáceas, amarilidáceas e solanáceas;
- Cu — Leguminosas, amarilidáceas, tuberosas, folhosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- Fe — Tuberosas, amarilidáceas, folhosas, leguminosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- Mn — Tuberosas, amarilidáceas, leguminosas, folhosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- Mo — Leguminosas, folhosas, amarilidáceas, tuberosas, cucurbitáceas e solanáceas;
- Zn — Leguminosas, amarilidáceas, folhosas, tuberosas, cucurbitáceas e solanáceas;
- Co — Leguminosas, amarilidáceas, folhosas, cucurbitáceas, tuberosas e solanáceas;
- Al — Amarilidáceas, tuberosas, folhosas, leguminosas, solanáceas e cucurbitáceas;
- Na — Folhosas, tuberosas, amarilidáceas, cucurbitáceas, leguminosas e solanáceas.

QUADRO 3. — Quantidades de elementos extraídas por tonelada de diversos grupos de hortaliças e quantidades de elementos minerais exigidos diariamente por um organismo humano adulto, segundo Coutinho (6)

Elemento	Cucurbitáceas	Leguminosas	Solanáceas	Folhosas	Amarilidáceas	Tuberosas	Exigência diária na nutrição humana
N — kg	1,25	4,84	1,78	2,51	4,23	2,14	—
P — kg	0,29	0,69	0,30	0,37	0,61	0,44	1,3 g
K — kg	1,82	4,25	1,91	2,56	3,33	3,73	2 — 3 g
Ca — kg	0,17	0,81	0,12	0,82	0,55	0,63	0,8 g
Mg — kg	0,14	0,33	0,15	0,20	0,19	0,29	0,3 g
S — kg	0,13	0,30	0,20	0,33	1,05	0,25	—
Cl — kg	0,25	0,32	0,13	0,40	0,18	0,70	0,5 — 1,0 g
B — g	0,84	2,18	0,97	1,91	2,68	2,27	—
Cu — g	0,42	1,77	0,60	0,61	0,97	0,87	3,6 mg
Fe — g	5,14	16,34	5,46	17,53	28,47	35,45	12 mg
Mn — g	0,16	4,52	1,79	3,95	7,33	7,81	3 — 9 mg
Zn — g	1,85	7,65	1,21	3,83	7,02	3,03	10 — 15 mg
Al — g	2,26	13,04	4,93	24,43	82,74	33,55	—
Na — g	22,51	21,62	16,37	267,54	27,56	170,52	1 — 2 g
Mo — mg	6,50	100,80	2,30	31,70	28,50	11,70	—
Co — mg	8,70	48,00	3,80	13,50	19,60	5,90	< 1 mg

De acordo com a seleção anterior, nota-se que o grupo das leguminosas extraiu maiores quantidades de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mo, Zn e Co; as tuberosas, de Cl, Fe e Mn; as amarilidáceas, de S e B. As cucurbitáceas,

por outro lado, extraíram as menores quantidades de elementos.

Foi a seguinte a ordem decrescente de extração de elementos, segundo os grupos de hortaliças:

Cucurbitáceas	— K, N, P, Cl, Ca, Mg, S, Na, Fe, Al, Zn, Mn, B, Cu, Co e Mo.
Leguminosas	— N, K, Ca, P, Mg, Cl, S, Na, Fe, Al, Zn, Mn, B, Cu, Mo e Co.
Solanáceas	— K, N, P, S, Mg, Cl, Ca, Na, Fe, Al, Mn, Zn, B, Cu, Co e Mo.
Folhosas	— K, N, Ca, Cl, P, S, Mg, Al, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo e Co.
Tuberosas	— K, N, Cl, Ca, P, Mg, S, Na, Fe, Al, Mn, Zn, B, Cu, Mo e Co.
Amarilidáceas	— N, K, S, P, Ca, Mg, Cl, Na, Al, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo e Co.

O alho aparentemente mostrou o mais elevado acúmulo de matéria seca por ter sido utilizado no ponto para consumo, isto é, quando estava bastante seco, e conseqüentemente apresentou também extração mais elevada de N, P, K, Ca, S, B, Fe e Zn. Para igual produção, a couve-manteiga destacou-se das demais hortaliças

pela extração de quantidades elevadas de N, K, Ca, S, B, Cu e Fe. Contudo, do ponto de vista de consumo de adubo é desejável que uma hortaliça seja mais produtiva com menor exigência nutricional.

Em muitos casos a extração de P pelas hortaliças foi suplantada pela

de Ca, S e Cl, resultados concordantes com os obtidos anteriormente por outros autores para Ca e S, (5, 18, 22, 24) uma vez que o Cl não tem sido determinado normalmente nos trabalhos com micronutrientes.

Em relação ao valor nutritivo das hortaliças, observou-se que 100 g da parte comestível não contém minerais em quantidade suficiente para atender às necessidades diárias de um organismo humano adulto, de acordo com os valores que se acham no quadro 3, citados por Coutinho (6).

4 — CONCLUSÕES

a) As hortaliças folhosas apresentaram teores mais elevados de N e Ca; as cucurbitáceas, de P; as amarilidáceas, de S e as tuberosas, de K e Mg. Os teores mais baixos de S foram observados nas leguminosas e os dos outros macronutrientes, nas amarilidáceas.

b) Em geral, os teores mais elevados de micronutrientes e os de

Al e de Na foram encontrados nas folhosas e nas tuberosas.

c) Por tonelada de material fresco, as leguminosas extraíram maiores quantidades de N, P, K, Mg, Cu, Mo, Zn e Co; as tuberosas, de Cl, Fe e Mn. As cucurbitáceas extraíram menores quantidades de nutrientes.

d) Dentre os macronutrientes, o K e o N foram extraídos em quantidades mais elevadas por todas as hortaliças, sendo o K extraído em maior quantidade do que o N pelas cucurbitáceas, solanáceas, folhosas e tuberosas e o N em maior quantidade pelas leguminosas e amarilidáceas.

e) Dentre os micronutrientes, Cl e Fe foram extraídos em maiores quantidades por todas as hortaliças, sendo o Cl, em muitos casos, extraído em quantidades mais elevadas do que os macronutrientes, exceto o K e o N.

f) Em relação ao valor nutritivo, somente quantidades superiores a um quilograma de material fresco de hortaliças podem apresentar uma quantidade suficiente de minerais para atender as necessidades diárias do organismo humano adulto.

MINERAL COMPOSITION OF SEVERAL VEGETABLE CROPS

SUMMARY

This work reports the dry matter accumulation, the nutrient, Co, Al and Na — concentrations, and the removal of nutrients and Co, Al and Na per metric ton of fresh material of 35 species of vegetables by the harvest.

The samples mostly came from the region of Campinas, State of São Paulo and consisted of the products removed from the field, fractioned in their several parts: watermelon in epicarp + white pulp, red pulp and seeds; eggplant in fruit and stalk; melon in epicarp + pulp and seeds; pea in shell and seeds; cauliflower in leaf and inflorescence; sugar beet, carrot, turnip and radish in leaf and root; artichoke in leaf + stalk and inflorescence. The whole fruit was utilized in the case of edible fruit bearing vegetables; the leaves in the case of the leafy vegetables; and the bulbous root in the case of the lily-like vegetables.

In general, the leguminous vegetables extracted the greatest amounts of N, P, K, Mg, Cu, Mo, Zn and Co; the tuberous vegetables, Cl, Fe and Mn; the lily-like vegetables, S, B and Al; leafy vegetables, Ca and Na. Cucurbits extracted the lowest amounts of nutrients.

LITERATURA CITADA

1. BATAGLIA, O. C. Determinação de molibdênio por espectrofotometria de absorção atômica. Piracicaba, ESALQ, 1972. 86p. (Tese de doutoramento)
2. ————. Determinação indireta de enxofre em plantas por espectrofotometria de absorção atômica. *Ciênc. e Cult.*, São Paulo 28(6):672-675, 1976.
3. ———— & GALLO, J. R. Determinação de cálcio e magnésio em plantas, por fotometria de chama de absorção. *Bragantia* 31:58-74, 1972.
4. CAMPINAS, INSTITUTO AGRONÔMICO. Instruções Agrícolas para o Estado de São Paulo. Campinas, 1972. 310p. (Boletim 200)
5. COSTA, M. C. B.; HAAG, H. P. & SARRUGE, J. R. Nutrição mineral de hortaliças. XIX — Absorção de macro e micronutrientes pela cultura do quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.). *An. Esc. Agric. Queiroz* 29:109-126, 1972.
6. COUTINHO, R. Noções de Fisiologia de Nutrição. Rio de Janeiro. O Cruzeiro. 1966. 487p.
7. FERNANDES, P. D., & HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XXII — Diferenças nutricionais entre as variedades de pimentão (*Capsicum annum* L. 'Avelar' e 'Ikeda'). *An. Esc. Agric. Queiroz* 29:237-251, 1972.
8. FERNANDES, P. O.; OLIVEIRA, G. D. & HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XIV — Absorção de macronutrientes pela cultura de alface. *O Solo. Piracicaba* 63(2):7-10, 1971.
9. ————; ———— & ————. Nutrição mineral de hortaliças. XV — Estudos da nutrição mineral de duas variedades de pimentão, cultivado em condições de campo. *An. Esc. Agric. Queiroz* 28:145-151, 1971.
10. ————; ———— & ————. Nutrição mineral de hortaliças. XVII Extração de macronutrientes pela cenoura, cultivada em condições de campo. *O Solo, Piracicaba* 64(1):7-13, 1972.
11. FILGUEIRA, F. A. P. Manual de Olericultura. São Paulo, Agronômica Ceres, 1972. 451p.
12. FURLANI, A. M. C. & GALLO, J. R. Determinação coulométrica de cloreto em plantas, fazendo uso de um cloridômetro de leitura direta. *Ciênc. e Cult.*, São Paulo 24(3):250-253, 1972.
13. FURLANI, P. R. & GALLO, J. R. Determinação de cobalto em plantas pelo método espectrofotométrico do 2-nitroso-1-naftol. *Ciênc. e Cult.*, São Paulo 24(6):428, 1972.
14. GALLO, J. R.; BATAGLIA, O. C. & MIGUEL, P. T. N. Determinação de cobre, ferro, manganês e zinco num mesmo extrato de planta, por fotometria de chama de absorção. *Bragantia* 30:155-167, 1971.
15. HAAG, H. P. & HOMA, P. Nutrição mineral de hortaliças. IV — Absorção de nutrientes pela cultura da berinjela. *An. Esc. Agric. Queiroz* 25:177-183, 1968.
16. ————; ———— & KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliças. V — Absorção de nutrientes pela cultura do pimentão. *O Solo, Piracicaba* 62(2):7-11, 1970.
17. ————; ———— & ————. Nutrição mineral de hortaliças. VIII — Absorção de nutriente pela cultura da cebola. *En. Esc. Agric. Queiroz* 27:143-154, 1970.

18. HOMA, P.; HAAG, H. P. & SARRUGE, J. R. Nutrição mineral de hortaliças. II — Absorção de nutrientes pela cultura da couve-flor. O Solo, Piracicaba 61(1):9-16, 1969.
19. LOTT, W. L.; McCLUNG, A. C.; VITA, R. & GALLO, J. R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, IBEC Research Intitute, 1961. 69p. (Boletim 26)
20. ———; NERY, J. P.; GALLO, J. R. & MEDCALF, J. C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico, 1956. 29p. (Boletim 79)
21. MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F. & BRASIL SOBRINHO, M. O. C. Nutrição mineral e Adubação de Plantas cultivadas. São Paulo, Livr. Pioneira, 1974. 727p.
22. OLIVEIRA, G. D.; FERNANDES, P. D.; COSTA, M. C. D.; SANTOS, M. A. C. & HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XVI — Extração de micronutrientes por algumas hortaliças. O solo, Piracicaba 63(2):11-14, 1971.
23. PERKIN-ELMER CORP. Revision of analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Connecticut, USA, 1976.
24. SANTOS, M. A. S.; HAAG, H. P. & SARRUGE, J. R. Nutrição mineral de hortaliças. XX — Absorção de macro e micronutrientes pela ervilha (*Pisum sativum* L.). An. Esc. Agric. Queiroz 29:127-153, 1972.
25. SILVA, N.; OLIVEIRA, G. D.; VASCONCELLOS, E. F. C. & HAAG, H. P. Nutrição mineral de hortaliças. XI — Absorção de nutrientes pela cultura do alho. O Solo, Piracicaba 62(1):7-17, 1979.