

NUTRIÇÃO MINERAL DA MACIEIRA.
III. CRESCIMENTO E EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS *

(Dedicado à E.S.A. "Luiz de Queiroz",
USP, Piracicaba, pelos oitenta
anos de existência)

P.E. TRANI**
H.P. HAAG ***
C.B. CATANI ****

RESUMO

Em um ensaio com macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1-2, 3-4, 4-5 e 6-7 anos enxertadas sobre macieira 'Doucin', estabelecidos no município de Buri no Estado de São Paulo, assentado sobre Latossol Vermelho Escuro-orto, foram coletados frutos de cada idade, pesados após secagem a 80°C e analisados para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Mo.

Os autores concluíram:

a) frutos da variedade 'Ohio Beauty' e 'Bra-

* Parte da dissertação defendida pelo 1º autor na E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba. Entregue para publicação em 29/10/81.

** Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Campinas, SP.

*** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

**** Engenheiro Agrônomo.

sil' diferem nos acúmulos de matéria seca em diferentes estádios de desenvolvimento;

- b) as variedades diferem na extração de nutrientes pelos frutos;
- c) a extração de nutrientes pelos frutos obedecem a seguinte ordem: $K > N > P > S > Ca > Mg > B > Cu > Mn > Zn > Mo$.

INTRODUÇÃO

A maçã é a principal fruta de clima temperado importada pelo Brasil, sendo que o custo de importação em 1976 representou 60% do valor das exportações brasileiras de frutas de clima tropical e sucos (HENTSCKE, 1978).

Trabalhos de pesquisa sobre macieira são escassos no Brasil, citam-se os de TRANI (1980), TRANI *et alii* (1981), HAAG *et alii* (1981).

HIROCE *et alii* (1979), no Brasil, apresentaram as seguintes concentrações de nutrientes na matéria seca de frutos de macieiras 'Brasil' por ocasião da colheita: 0,44% de N; 0,08% de P; 0,80% de K; 0,06% de Ca; 0,03% de Mg; 0,05 de S; 7 ppm de B; 38 ppm de Cl; 7,7 ppm de Cu; 64 ppm de Fe, 4 ppm de Mn; 0,01 ppm de Mo; e 1,1 ppm de Zn. Em frutos da variedade 'Ohio Beauty' os autores constataram 0,41% de N; 0,08% de P; 0,81% de K; 0,06% de Ca; 0,04% de Mg; 0,04% de S; 3 ppm de Mn; 0,01 ppm de Mo; e 1,7 ppm de Zn. Os mesmos autores estimaram que as seguintes quantidades de nutrientes extraídos por tonelada de frutos na variedade 'Brasil': 633 g de N; 118 g de P; 1152 g de K; 86 g de Ca; 43 g de Mg; 77 g de S; 1,0 g de B; 1,1 g de Cu; 9,2 g de Fe; 0,6 g de Mn; 0,2 g de Zn; e 1 mg de Mo. Para a variedade 'Ohio Beauty' as quantidades extraídas foram: 561 g de N; 108 g de P; 1109 g de K; 82 g de Ca; 54 g de Mg; 54 g de S; 0,4 g de B; 0,7 g de Cu; 7,2 g de Mn; 0,2 g de Zn; e 1 mg de Mo. Chama atenção a pequeníssima quantidade de Mo extraída pelos frutos da macieira.

GREENHAM (1976), na Inglaterra, relata a extração de nutrientes pelos frutos da variedade 'Cox's Arauje Pippin' por ha (9-12 t) como sendo: 18 kg de N; 2 kg de O; 40 kg de K; 2 kg de Ca e 2 kg de Mg.

BATJER *et alii* (1952), nos Estados Unidos da América, relatam a extração por 44,8 t de frutos da variedade 'Golden Delicious' como sendo: 20,8 kg de N; 6,3 kg de P; 56,6 kg de K; 4,4 kg de Ca; e 2,2 kg de Mg.

O trabalho objetiva: acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes por frutos, em diferentes estádios de desenvolvimento da macieira 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Em uma cultura de macieiras contendo as variedades 'Ohio Beauty' e 'Brasil' instalada em um Latossol Vermelho Escuro Orto, no município de Buri, SP, foram coletados frutos de árvores com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade. A cultura vinha sendo adubada de acordo com as instruções contidas em SÃO PAULO (1977).

O material coletado foi lavado, seco e moído e analisado para os elementos em questão, de acordo com as instruções contidas em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Acúmulo de matéria seca pelos frutos

As quantidades de matéria seca acumuladas pelos frutos (g/planta) e o resumo da análise de variância dos dados encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Acúmulo de matéria seca (g/planta) por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	1,73	9,78	14,15	16,45	1,67	10,00	11,61	1,52
40	18,43	129,01	172,06	216,06	12,55	133,13	162,98	212,90
60	22,21	289,89	378,52	512,54	24,13	348,93	443,37	538,68
80	57,20	736,89	1215,20	1380,90	63,63	876,12	1097,50	1446,20
100	95,82	1331,60	2125,50	2375,10	107,86	1509,80	1953,00	2464,80
120	125,33	1784,20	2604,80	3155,40	139,43	1799,50	2408,90	3062,40

Tabela 2 - Análise de variância do acúmulo de matéria seca (g/planta) por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Causas da variação	Grau de liberdade (G.L.)	Quadrados médios (Q.M.)
Cultivar (V)	1	480,75000
Idade do fruto (C)	5	18.966.221,6000**
Idade do cultivar (I)	3	13.615.249,9000**
V x C	5	10.990,8750
V x I	3	38.978,7083**
C x I	15	2.215.816,5000 **
V x C x I	15	10.278,0833
Resíduo	144	6.434,1076
Total	191	

Coeficiente de variação (C.V. %) = 10,2

** Quadrados médios correspondentes aos valores de teste F, significativos a 1% de probabilidade.

Observa-se que o acúmulo de matéria seca foi afetado pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta.

As análises do peso da matéria seca resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

Os acúmulos de matéria seca pelos frutos da macieira 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5 anos apresentaram crescimento segundo equações de regressão do 1º grau, sendo que aos 120 dias as quantidades de matéria seca acumuladas pelos frutos 116,68 g/planta e 130,66 g/planta respectivamente. Os acúmulos de matéria seca por frutos desses cultivares com 3,5; 4,5 e 6,5 anos apresentaram crescimento segundo equações de regressão do 3º grau, com pontos de inflexão situados entre 82 e 103 dias após o florescimento (Figuras e 2 e Tabela 5).

Tabela 3 - Médias do acúmulo de matéria seca (g/planta) por frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I)

Cultivar	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
Ohio Beauty	53,45	713,8	1085,80	1276,11
Brasil	58,2 ¹	779,60	1012,92	1290,10

d.m.s. $\frac{1}{5\%}$ (Tukey) V dentro de I = 45,81%; I dentro de V = 60,36

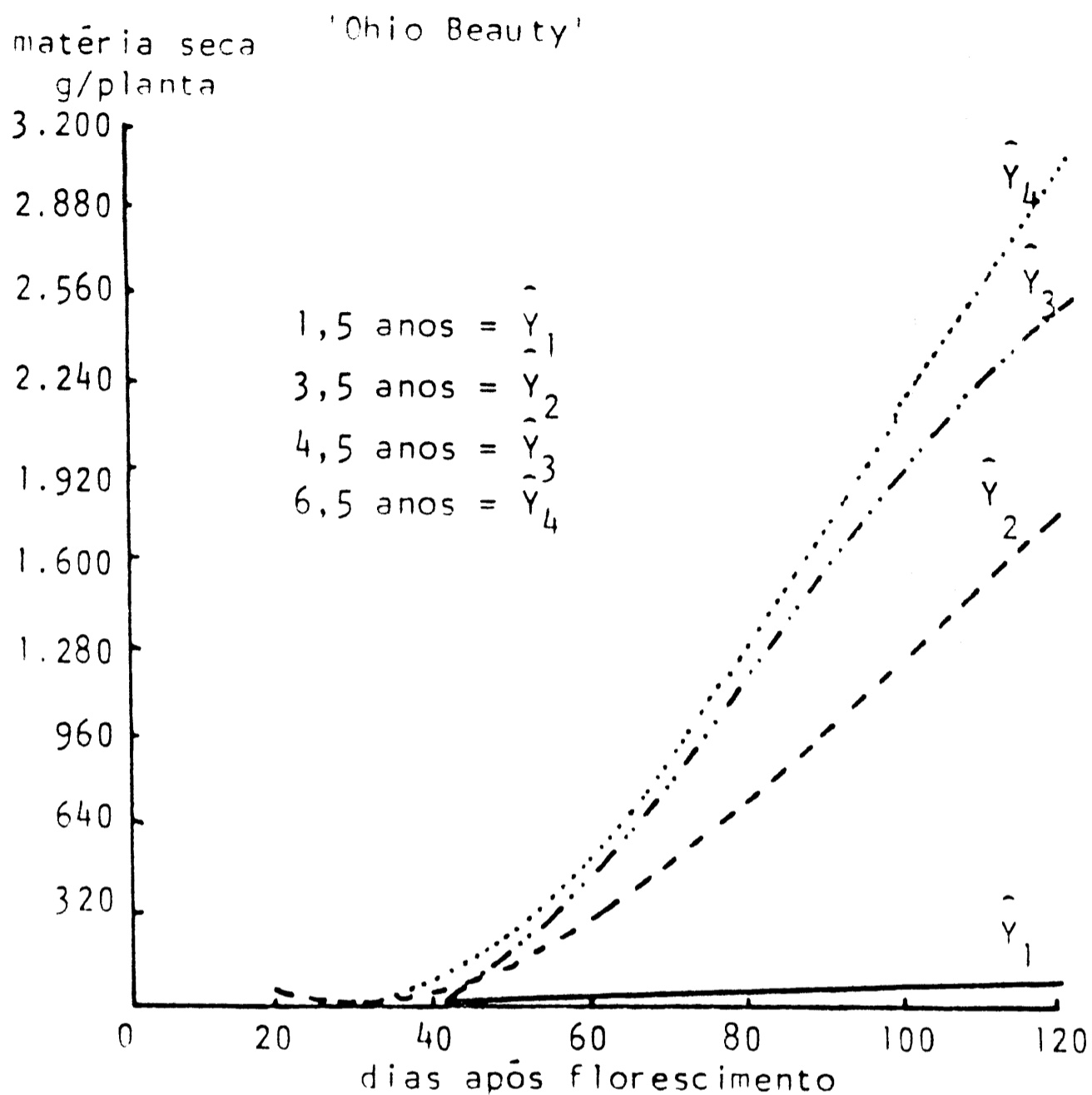
Tabela 4 - Médias do acúmulo de matéria seca (g/planta) por fruto dos dois cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I)

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	1,69	9,89	12,88	15,98
40	15,49	131,07	167,54	214,48
60	23,17	319,41	410,95	525,62
80	60,41	806,51	1156,38	1413,59
100	101,84	1420,75	2039,32	2420,02
120	132,38	1791,93	2506,93	3108,93

d.m.s. (Tukey 5%) C dentro de I = 116,15; I dentro de C = 104,54

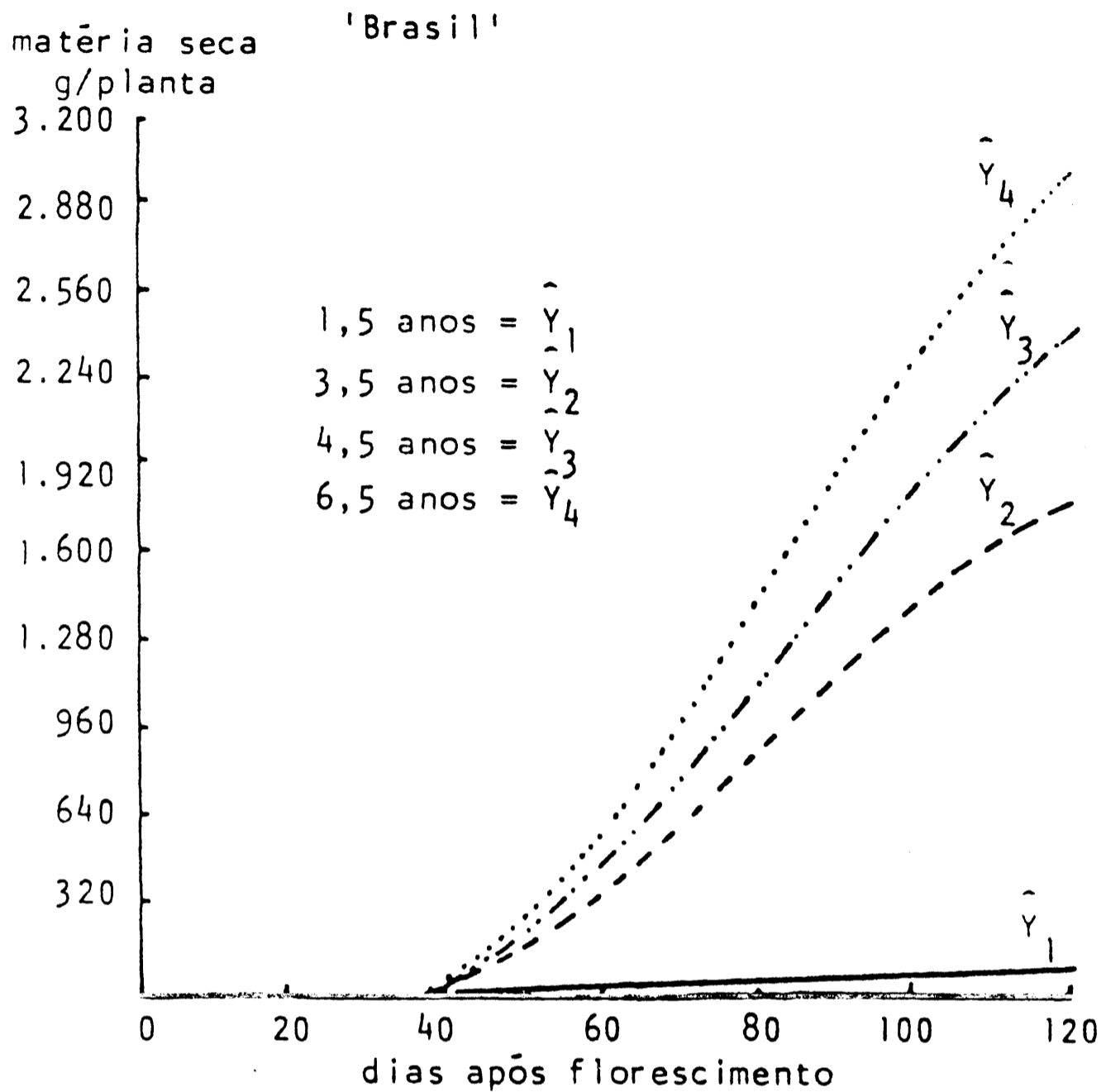
¹/ Diferença mínima significativa.

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos, os acúmulos de matéria seca pelos frutos na época da colheita



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -35,0658 + 1,2646x & (R^2 = 94,4) \\ \hat{Y}_2 &= 299,1550 - 22,3731x + 0,4761x^2 - 0,00154x^3 & (R^2 = 99,6) \\ \hat{Y}_3 &= 806,2233 - 59,2671x + 1,1861x^2 - 0,00471x^3 & (R^2 = 97,8) \\ \hat{Y}_4 &= 595,9600 - 45,1220x + 0,9572x^2 - 0,00335x^3 & (R^2 = 99,6) \end{aligned}$$

Figura 1 - Acúmulo de matéria seca pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -43,2147 + 1,4490x & (R^2 = 94,6) \\ \hat{Y}_2 &= 489,3666 - 37,2801x + 0,7919x^2 - 0,00324x^3 & (R^2 = 99,4) \\ \hat{Y}_3 &= 586,3933 - 44,5437x + 0,9388x^2 - 0,00366x^3 & (R^2 = 99,5) \\ \hat{Y}_4 &= 766,2200 - 58,1587x + 1,2224x^2 - 0,00481x^3 & (R^2 = 99,5) \end{aligned}$$

Figura 2 - Acúmulo de matéria seca pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras "Brasil"

Tabela 5 - Pontos estimados de máximo a/ e inflexão, de acúmulo de matéria seca (g/ plantas = y: pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto.

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	1,5	120	116,68	-	-
Ohio Beauty	3,5	120	1802,40	103	1353,23
Ohio Beauty	4,5	120	2638,90	84	1405,80
Ohio Beauty	6,5	120	3180,40	95	2092,42
Brasil	1,5	120	130,66	-	-
Brasil	3,5	120	1822,70	82	958,03
Brasil	4,5	120	2439,20	86	1356,49
Brasil	6,5	120	3094,10	85	1698,45

a/ Os pontos estimados de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita, razão pela qual são citados os acúmulos de matéria seca aos 120 dias (época da colheita de frutos)

(420 dias) foram 3180,4 g/planta e 3094,10 g/planta correspondendo a 26,95 g/fruto e 32,48 g/fruto, respectivamente.

BATSER *et alii* (1952) relatam acúmulo de 20,90 g de matéria seca/fruto em macieiras 'Delicious', quantidade inferior às encontradas no presente trabalho.

Extração de nutrientes pelos frutos

Na Tabela 6 estão expostas as produções de frutos pelas variedades 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6 anos de idade.

As produções de frutos por macieira com 1,5 anos foram baixas, sendo inclusive prática comum o desbaste total dos frutos jovens visando proporcionar melhor crescimento da planta.

Houve significância somente no acúmulo de matéria seca, e K por frutos de macieiras com 1,5 anos; razão pela qual não serão apresentados esses resultados.

As quantidades de matéria seca e nutrientes nas épocas de máximo acúmulo e de maior velocidade de acumulação (inflexão) por frutos das macieiras com 3,5; 4,5 e 6,5 anos encontram-se nas Tabelas 7, 8, 9 e 10.

A extração de macronutrientes pelos frutos, em ordem de crescente foi: K, N, P, S, Ca, Mg, sendo que a extração de Ca foi pouco superior em relação à extração de enxofre em frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 6,5 anos de idade.

GREENHAM (1976) relatou ordem de extração semelhante, e não citando porém dados relativos a enxofre.

A extração de micronutrientes pelos frutos, em ordem de crescente foi: Fe, B, Cu, Mn, Zn e Mo. A extração de Zn foi pouco superior em relação à extração de Mn em frutos da variedade 'Ohio Beauty' com 6,5 anos de idade.

Tabela 6 - Produção de frutos por macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,3; 3,5; 4,5 e 6,5 anos (média de 4 repetições)

Cultivar	Idade planta (anos)	quantidade de matéria seca fruto aos 120 dias (g/fruto)	peso de 1 fruto (g) <u>a/</u>	nº médio de frutos por planta	kg de frutos por planta	t de frutos por ha <u>b/</u>
Ohio Beauty	1,5	11,85	79,00	10	0,79	0,48
Ohio Beauty	3,5	25,68	171,20	69	11,81	7,16
Ohio Beauty	4,5	27,27	181,80	95	17,27	10,47
Ohio Beauty	6,5	26,78	178,53	118	21,07	12,77
Brasil	1,5	13,71	91,40	10	0,91	0,55
Brasil	3,5	28,19	187,93	63	11,83	7,17
Brasil	4,5	32,26	215,06	74	15,91	9,64
Brasil	6,5	32,22	214,80	95	20,41	12,37

a/ Verificou-se 85% de matéria fresca por fruto na época da colheita (média de 20 frutos)

b/ Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 7 - Quantidade de macronutrientes acumulados e matéria seca produzida por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão)

Nutrientes	'Ohio Beauty' com 3,5 anos			'Ohio Beauty' com 4,5 anos			'Ohio Beauty' com 6,5 anos			
	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão		
	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /	g/planta	kg/ha ^a /		
Nitrogênio	11,62(120)	7,04	-	-	17,80(120)	10,79	-	20,40(120)	12,36	-
Fósforo	1,55(120)	0,94	0,81(73)	0,49	1,82(115)	1,10	0,96(70)	2,80(120)	1,70	-
Potássio	16,81(120)	10,19	11,69(97)	7,08	24,37(120)	14,77	12,58(79)	29,92(120)	18,13	19,41(92)
Cálcio	0,60(120)	0,36	-	-	1,22(120)	0,74	-	1,41(120)	0,85	-
Magnésio	0,53(120)	0,32	-	-	0,67(120)	0,41	-	0,91(120)	0,55	-
Enxofre	0,82(120)	0,50	-	-	1,31(120)	0,79	-	1,37(103)	0,83	0,71(59)
Matéria seca	1802,40(120)	1092,25	3353,23(103)	820,06	2638,90(120)	1599,17	1405,80(84)	3180,40(120)	1297,32	2092,42(95)
										1268,00

a/ Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 8 - Quantidades de micronutrientes acumulados por frutos de macieiras 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão)

Nutrientes	'Ohio Beauty' com 3,5 anos			'Ohio Beauty' com 4,5 anos			'Ohio Beauty' com 6,5 anos		
	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	
	mg/planta	g/ha a/ mg/planta	g/ha a/ mg/planta	g/ha a/ mg/planta	g/ha a/ mg/planta	g/ha a/ mg/planta	g/ha a/ mg/planta	g/ha a/ mg/planta	
Boro	26,55(120)	16,09	-	43,67(120)	26,46	22,89(72)	13,87	48,16(120)	29,18
Cobre	10,27(120)	6,22	-	16,16(120)	9,79	-	-	17,04(120)	10,33
Ferro	93,52(120)	56,67	-	132,64(120)	80,38	66,68(81)	40,41	186,12(120)	112,79
Manganês	6,43(120)	3,90	-	9,32(120)	5,65	-	-	11,95(120)	7,24
Molibdênio b/	0,12	0,07	-	0,15	0,09	-	-	0,12	0,07
Zinco	5,20(120)	3,15	-	7,15(120)	4,70	-	-	12,63(120)	7,65

a/ Calculado em função de 606 plantas.

b/ As determinações do molibdênio foram realizadas somente em frutos por ocasião da colheita.

Tabela 9 - Quantidade de macronutrientes acumulados e matéria seca produzida por frutos de macieiras 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão)

Nutriente	'Brasil' com 3,5 anos		'Brasil' com 4,5 anos		'Brasil' com 6,5 anos							
	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão	Máximo	Inflexão						
	g/planta	kg/ha ^{a/}	g/planta	kg/ha ^{a/}	g/planta	kg/ha ^{a/}						
Nitrogênio	11,94(120)	7,24	-	-	15,87(120)	9,62	-	-	20,41(120)	12,37	10,95(74)	6,64
Fósforo	1,29(110)	0,78	0,66(58)	0,40	1,86(120)	1,13	0,96(76)	0,58	2,06(120)	1,25	-	-
Potássio	15,48(120)	9,18	7,89(74)	4,78	22,15(120)	13,42	12,61(84)	7,64	28,45(120)	17,24	15,75(82)	9,54
Cálcio	0,92(120)	0,56	-	-	1,21(120)	0,73	-	-	1,37(120)	0,83	-	-
Magnésio	0,63(103)	0,38	0,33(65)	0,20	0,91(120)	0,55	-	-	0,89(120)	0,54	-	-
Enxofre	1,10(107)	0,67	0,55(67)	0,33	1,56(120)	0,55	-	-	1,80(114)	1,09	0,92(68)	0,56
Matéria seca	1822,70(120)	1104,56	958,03(82)	580,57	2439,20(120)	1478,16	1356,49(86)	822,03	3094,10(120)	1875,02	1698,45(85)	1029,66

^{a/} Calculado em função de 606 plantas.

Tabela 10 - Quantidades de micronutrientes acumulados por frutos de macieiras 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, nas épocas de máximo acúmulo pelo fruto (dias entre parênteses) e de maior velocidade de acumulação (inflexão)

Nutrientes	'Brasil' com 3,5 anos				'Brasil' com 4,5 anos				'Brasil' com 6,5 anos			
	Máximo		Inflexão		Máximo		Inflexão		Máximo		Inflexão	
	g/ha	a/ mg/planta	g/ha	a/ mg/planta	g/ha	a/ mg/planta	g/ha	a/ mg/planta	g/ha	a/ mg/planta	g/ha	a/ mg/planta
Boro	41,45	(120) 25,12	22,84	(83) 13,84	53,33	(120) 32,22	27,93	(120) 16,93	67,22	(120) 40,74	40,15	(86) 24,33
Cobre	13,79	(120) 8,36	7,43	(78) 4,50	19,44	(120) 11,78	-	-	23,32	(120) 14,13	14,10	(86) 8,54
Ferro	106,01	(120) 64,24	-	-	143,53	(120) 86,98	-	-	167,22	(120) 101,33	-	-
Manganês	8,60	(120) 5,21	-	-	12,12	(120) 7,34	-	-	17,27	(120) 10,47	-	-
Molibdênio ^{b/}	0,12	0,07	-	-	0,20	0,12	-	-	0,13	0,08	-	-
Zinco	9,91	(120) 6,01	-	-	10,86	(120) 6,58	-	-	16,04	(120) 9,72	9,10	(82) 5,51

a/ Calculado em função de 606 plantas

b/ As determinações de molibdênio foram realizadas somente em frutos por ocasião da colheita.

CONCLUSÕES

As quantidades máximas acumuladas de matéria seca pelos frutos ocorre aos 120 dias com os acúmulos nos frutos entre, 1802 e 3180 g de matéria seca por planta.

Os acúmulos máximos de nutrientes (exceção do molibdênio) nos frutos ocorre entre 103 e 120 dias após o florescimento. As épocas de máxima velocidade de acumulação de nutrientes pelos frutos situam-se entre 59 e 100 dias após o florescimento.

A extração de nutrientes pelos frutos obedece a seguinte ordem: $K > N > P > S \geq Ca > Mg > Fe > B > Cu > Mn \geq Zn > Mo$.

SUMMARY

GROWTH AND EXPORTATION OF NUTRIENTS BY APPLE FRUITS

In order to obtain informations concerning the dry matter production and extraction of nutrients by the fruits of the varieties 'Ohio Beauty' and 'Brasil', a trial was conducted on a Latossol Vermelho Escuro-Orto (USTOX) at Buri, State of São Paulo, Brazil. The fruits were collected from trees grafted on 'Doucin' being 1-2; 3-4; 4-5, and 6-7 years old. Chemical analysis were run on the fruits for: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, and Mo; as well for the dry matter production.

The main conclusions are as follows:

- a) differences were observed on dry matter production of fruits by the two varieties at the different stages of growth;
- b) differences were observed on exportation of nutrients between the two varieties concerning the fruit growth period; the nutrient exportation by the fruits obeyed following order: $K > N > P > S > Ca > Mg > Fe > B > Cu > Mn > Zn > Mo$.

LITERATURA CITADA

- BATJER, L.P.; ROGERS, B.L.; THOMPSON, A.H., 1952. Fertilizer applications as related to nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium utilization by apple trees. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **60**: 1-6.
- GREENHAM, D.W.P., 1976. The fertilizer requirements of fruit trees. The Fertilizer Society of London, 32p.
- HAAG, H.P.; TRANI, P.E.; SARRUGE, J.R.; DECHEN, A.R., 1981. Carências nutricionais em macieira (*Pyrus malus* L.). An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" (no prelo).
- HENTSCKE, R., 1978. Fruticultura de clima temperado no Brasil, situação e perspectivas. In: I. Encontro Nacional de Fruticultura de Clima Temperado, Florianópolis, 17p.
- HIROCE, R.; OJIMA, N.; GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLAN, P.R.; FURLANI, A.M.C., 1979. Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais e temperados.. Anais 5º Congr. Brasileiro Fruticultura **1**: 179-194.
- SÃO PAULO, 1977. Frutíferas de clima temperado, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Campinas, SP, 39p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. 56p.
- TRANI, P.E., 1980. **Absorção, concentração de nutrientes e sintomatologia de carencias em macieira** (*Pyrus malus* L.), dissertação, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP, 216p.
- TRANI, P.E.; HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; DECHEN, A.R., 1981. Absorção, concentração de nutrientes em macieira (*Pyrus malus* L.). An. Esc. Sup. Agric. "LUiz de Queiroz" (no prelo).

