

NUTRIÇÃO MINERAL DE MACIEIRA.
VI. ACÚMULOS DE NUTRIENTES PELOS FRUTOS *

*Em homenagem à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba,
pelos seus 80 anos de existência.*

P.E. TRANI **
H.P. HAAG ***
A.R. DECHEN ***
J.R. SARRUGE ***
C.B. CATANI ****

RESUMO

Numa plantação de macieira, constituída dos cultivares 'Ohio Beauty' e 'Brasil', localizada em um Latossol Vermelho Escuro Orto no município de Buri, SP, foram coletados frutos com a idade de 20 a 120 dias de árvores com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade. O material coletado após secagem a 80°C foi analisado para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

-
- * Parte da Dissertação do 1º autor, apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.
Entregue para publicação em 29/12/81.
- ** Coordenador de Assistência Técnica Ingegral, CATI, Campinas, SP.
- *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- **** Engenheiro Agrônomo.

Os autores concluíram que os cultivares diferem na extração de nutrientes nos frutos coletados em diferentes estádios de desenvolvimento. Os acúmulos máximos de nutrientes nos frutos ocorrem 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.

INTRODUÇÃO

"Finalmente a cultura da macieira está se impantando no centro-sul do país. É uma implantação lenta e penosa, mas que pouco a pouco vai conseguindo se firmar em bases econômicas e técnicas" são as palavras de BURK (1969).

Para que a cultura possa ser implantada e progredir são necessárias pesquisas básicas relativas as várias modalidades da macieira. O Brasil ressenete-se da falta de pesquisa fundamental na área da nutrição mineral desta espécie. Procurando sanar a falta de informações, TRANI (1980) apresenta uma dissertação intitulada "Absorção, concentração de nutrientes e sintomatologia de carências em macieiras (*Pyrus malus* L.)". Este trabalho de circulação restrita foi desdobrado em seis trabalhos, sendo o presente o de número VI e objetiva o estudo dos acúmulos de nutrientes pelos frutos em diferentes idades por árvores com idades de 1,5 a 6,5 anos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em lotes de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 1,5; 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade, no município de Buri, SP. A cultura está instalada em um Latossol Vermelho Escuro Orto. A cultura vem sendo adubada de acordo com as recomendações contidas em SÃO PAULO (1977). Frutos

foram coletados de quatro plantas de cada idade de ambos os cultivares. As coletas realizaram-se a partir de outubro de 1978, a cada 20 dias, até a época da colheita, janeiro de 1979. O material coletado foi lavado, seco, moído e analisado para N, P, K, Cu, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de acordo com as instruções contidas em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variâncias do acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S acham-se nas Tabelas 1 e 2. Para os micronutrientes, B, Cu, Fe, Mn e Zn a análise de variância acha-se na Tabela 3.

Nitrogênio

As quantidades acumuladas de N por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento acham-se na Tabela 4. Verifica-se que o acúmulo de nitrogênio pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, idade do cultivar e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta. As médias do acúmulo de N (mg/planta) resultantes dessas interações, encontram-se nas Tabelas 5, 6 e 7. Os frutos da cultivar 'Ohio Beauty' acumularam nitrogênio segundo equações do 2º grau para plantas com 3,5; 4,5 e 6,5 anos. Os acúmulos de nitrogênio por macieiras 'Brasil' acumularam N segundo equações de 1º grau em plantas com 3,5 e 4,5 anos e equação de 3º grau em plantas com 6,5 anos. Nos frutos do cultivar 'Brasil' com 6,5 anos o ponto de inflexão ocorreu aos 74 dias correspondendo à 10.947 mg de N por planta (Figuras 1 e 2 e Tabela 8).

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t frutos/ha) as quantidades de nitrogênio acumuladas na época da colheita foram 20.396 e 20.441 mg/planta, correspondendo a 12,36 kg/ha e 12,37 kg/ha, respectivamente.

Tabela 1 - Análise de variância do acúmulo (mg/planta) de nitrogênio, fósforo e potássio nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios			
		N	P	K	
Cultivar (V)	1	2198996,0000	1027682,8700**	2109496,0000**	
Idade do fruto (C)	5	684885261,0000**	10571980,6000**	1536381740,0000**	
Idade da planta (I)	3	806063976,0000**	11157359,4000**	1333761580,0000**	
V x C	5	2196925,6000*	71566,7250	2829348,8000**	
V x I	3	2520596,0000*	299859,7500**	39868106,7000**	
C x I	15	81500884,3000**	1232901,3500**	183527440,0000**	
V x C x I	15	684386,9340	47134,3917	1416131,2000	
Resíduos	144	791411,8330	39158,9835	858054,8890	
Total	191				
C.V. (%)		14,7	27,4	12,0	

Tabela 2 - Análise de variância do acúmulo (mg/planta) de cálcio, magnésio e enxofre nos frutos de diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca	Mg	S
Cultivar	1	25191,4062	103342,1560	419629,7810**
Idade do ferro (C)	5	3052907,3900**	1407190,9700**	4953595,7500**
Idade da planta (I)	3	4213111,7100**	2074357,6300**	6240585,6900**
V x C	5	10625,2437	38485,3468**	172913,7310**
V x I	3	87665,0105**	24209,7864**	53441,3854
C x I	15	384359,5940**	158671,9870**	599701,3250**
V x C x I	15	29793,6604**	13331,6562	44816,9938
Resíduo	144	13987,6532	9123,5269	30493,3641
Total	191			
C.V. (%)		27,2	30,6	32,9

Tabela 3 - Análise de variância do acúmulo de boro, cobre, ferro, manganês e zinco (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de maçieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Causas da variação	G.L.	Quadrados médios				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Cultivar (V)	1	422,2061**	95,8585**	17,8091	48,6350**	69,0514**
Idade do fruto (C)	5	6011,2314**	731,1937**	54485,5898**	301,5655**	277,3401**
Idade da planta (I)	3	6294,0674**	745,8218**	36304,7052**	382,5122**	335,8227**
V x C	5	265,5709**	21,8220**	97,9093	9,0885**	14,0106**
V x I	3	72,1148**	12,2261**	160,5430*	5,4802*	6,4923**
C x I	15	698,8142**	83,8282**	6519,1152**	38,1318**	37,5170**
V x C x I	15	31,7043**	3,5356*	161,7638**	1,9736	1,7110
Resíduo	144	9,3476	1,9225	53,6231	1,7772	1,3944
Total	191					
C.V. (%)		18,1	23,4	18,2	32,3	31,2

Tabela 4 - Acúmulo de nitrogênio (mg/planta) nos 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	41,34	233,99	388,53	402,76	37,70	242,38	275,44	355,69
40	390,48	2663,78	3587,76	4367,27	243,01	2487,01	3110,12	4218,38
60	277,67	3493,89	4742,16	6341,41	332,62	4517,99	5826,09	6931,10
80	465,52	5806,59	9033,24	10382,19	506,50	6982,06	8321,35	11847,59
100	664,41	8992,59	14114,89	16093,64	749,64	10580,04	13933,21	17878,45
120	830,78	11556,81	17392,67	20152,73	872,96	11420,35	15714,37	20119,32

Tabela 5 - Média dos acúmulos (mg/planta) de nitrogênio nos resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	254,15	2752,32	3713,78	6421,78	9966,38	12483,25
Brasil	227,80	2514,63	4401,95	6914,38	10785,33	12031,75

d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de C = 622,31; C dentro de V = 910,87

Tabela 6 - Média dos acúmulos (mg/planta) de nitrogênio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I)

Cultivar	Idade do fruto (dias)		
	1,5	3,5	4,5
Ohio Beauty	444,96	5457,94	8201,54
Brasil	457,07	6038,31	7863,43
			9623,33
			10225,09

d.m.s. V dentro de I = 508,11;
(Tukey 5%) I dentro de V = 669,38.

Tabela 7 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de nitrogênio nos frutos, 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	39,52	238,18	306,98	379,22
40	316,74	2575,39	3348,95	4292,83
60	305,16	4005,94	5284,13	6636,26
80	485,81	6394,33	8677,29	11114,89
100	707,02	9786,32	14024,05	16986,04
120	851,87	11488,58	16553,52	20136,02

d.m.s.
(Tukey 5%)

C dentro de I = 1288,16; I dentro de C = 1159,41

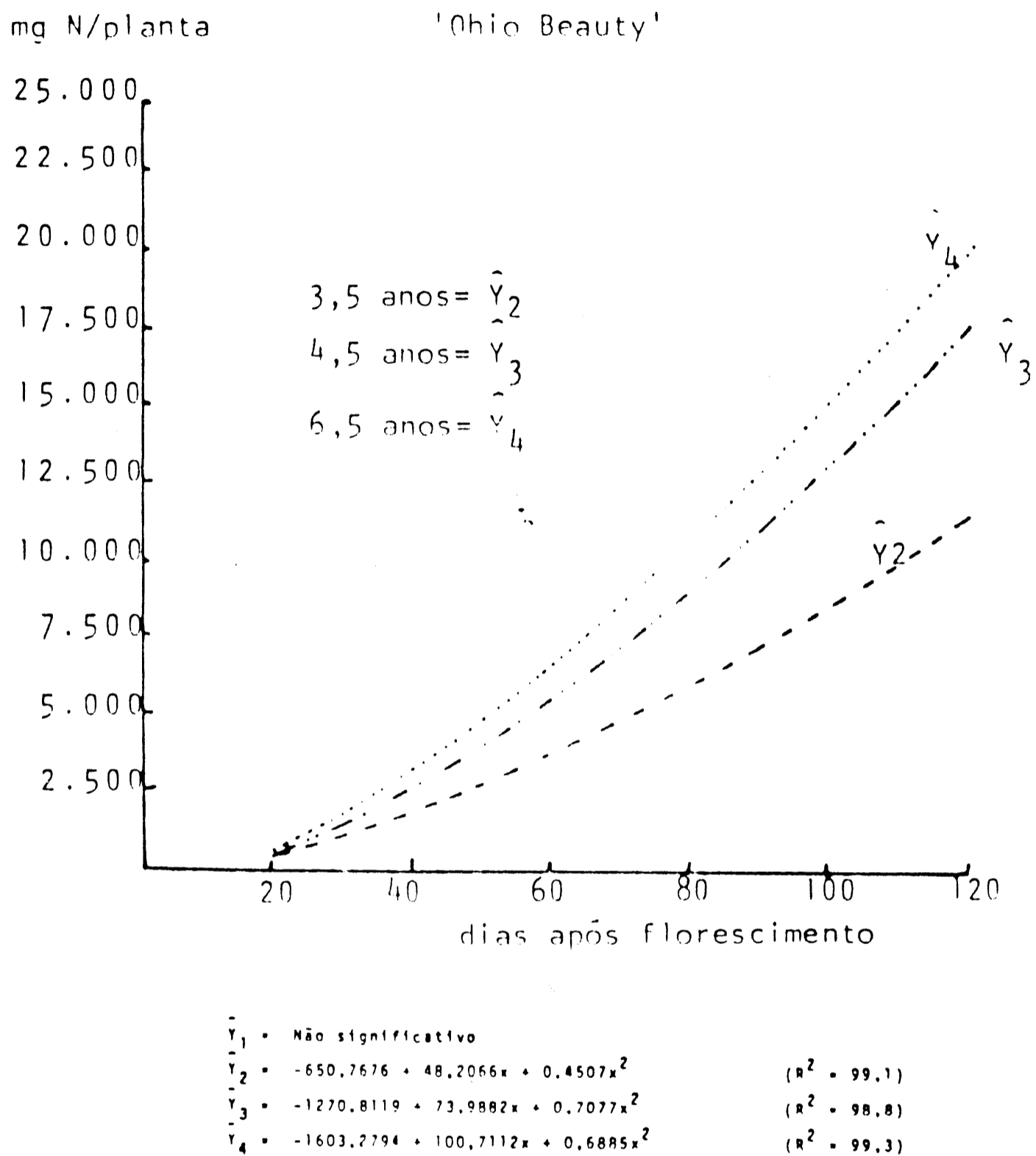
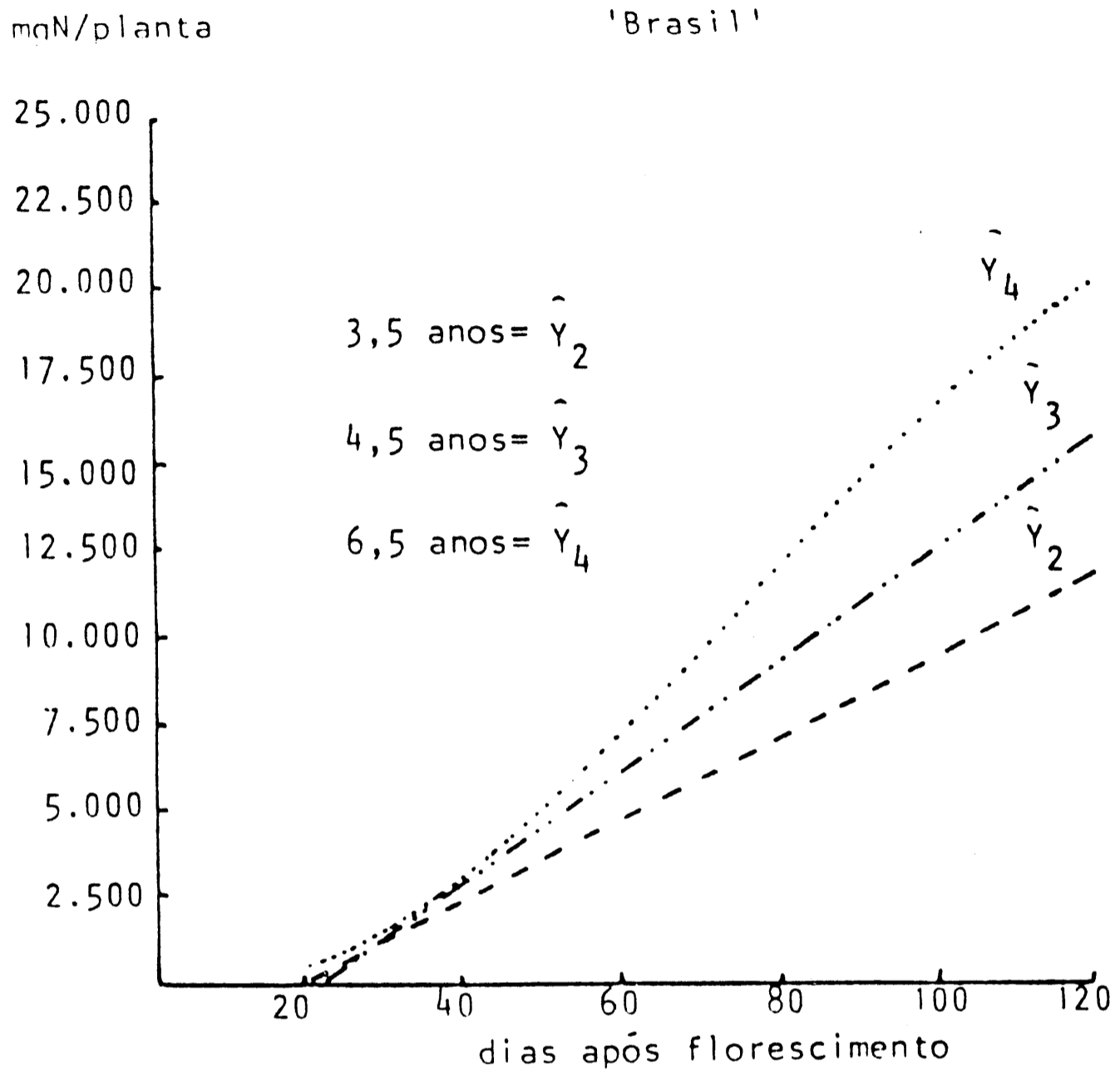


Figura 1 - Acúmulo de nitrogênio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

Tabela 8 - Pontos estimados de máximo $\frac{a}{y}$ e inflexão, de acúmulo de nitrogênio (mg / planta = 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	3,5	120	11624,00	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	17798,00	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	20396,00	-	-
Brasil	3,5	120	11940,00	-	-
Brasil	4,5	120	15874,00	-	-
Brasil	6,5	120	20411,00	74	10947,00

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



\hat{Y}_1 = Não significativo
 \hat{Y}_2 = $-2224,9978 + 118,0472x$ ($R^2 = 98,5$)
 \hat{Y}_3 = $-3352,4851 + 160,2274x$ ($R^2 = 98,2$)
 \hat{Y}_4 = $456,7850 - 67,2236x + 4,2332x^2 - 0,0191x^3$ ($R^2 = 99,2$)

Figura 2 - Acúmulo de nitrogênio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Brasil'.

BATJER *et alii* (1952) verificaram extração de 20,8 kg N/ha por frutos do cultivar 'Golden' com 28 a 30 anos de idade HIROCE *et alii* (1979) para uma produção estimada de 12 t/ha e lataram 6,73 kg e 7,60 kg de N/ha nos frutos 'Ohio Beauty' e 'Brasil'.

Fósforo

As quantidades de P acumuladas por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento são assinaladas na Tabela 8. O acúmulo de fósforo foi afetado pelo cultivar, idade do fruto e idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto e cultivar x idade da planta. As médias do acúmulo por frutos resultantes dessa interações acham-se nas Tabelas 10 e 11. Os acúmulos de fósforo nos cultivares foram representados por equações de 3º grau para plantas de 3,5 e 4,5 anos. Os pontos de inflexão ocorreram entre 68 e 76 dias após o florescimento e as quantidades máximas acumuladas entre 110 e 115 dias após o florescimento. Os cultivares com 6,5 anos acumularam P segundo equações de regressão linear (Figuras 3 e 4 e Tabela 12). Os cultivares 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t/ha) as quantidades de fósforo acumuladas pelos frutos na colheita foram 2800,90 mg/planta e 2058,40 mg/planta, correspondendo a 1,70 kg e 1,25 kg/ha, respectivamente.

GREENHAM (1976) relata que no cultivar 'Cox's Orange Pip pin' a extração de 3,2 kg P/ha por frutos de plantas com 16 e 21 anos de idade (produção média de 23,3 t/ha). Para HIROCE *et alii* (1979) em produção estimada de 12 t/ha extraem 1,30 kg/P/ha para o cultivar 'Ohio Beauty' e 1,42 kg/P/ha pelo cultivar 'Brasil'.

Potássio

As quantidades de potássio acumuladas por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento acham-se expostas na Tabela 13. O acúmulo de potássio foi afetado pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade de fruto, cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da plan

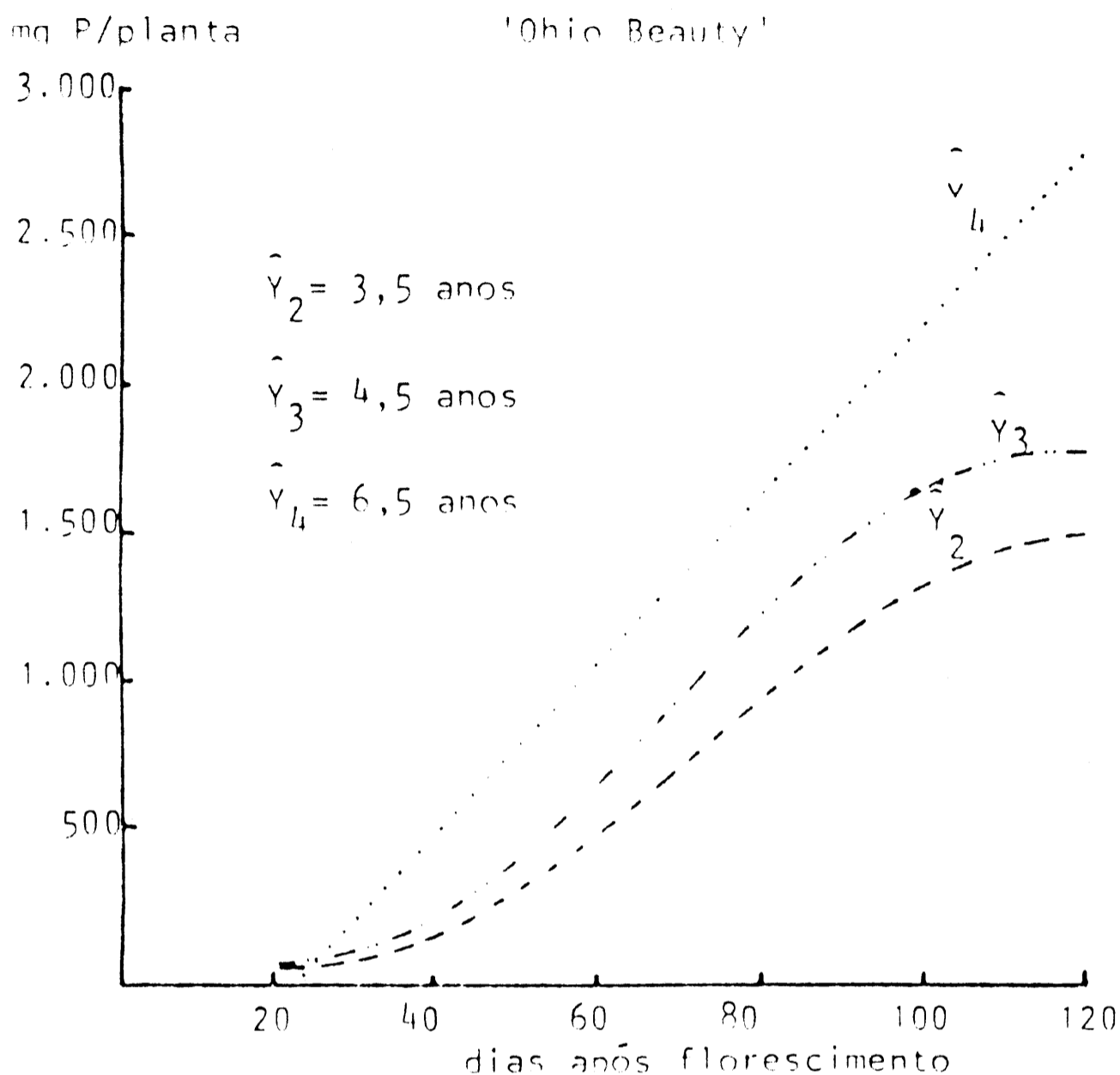
Tabela 9 - Acúmulo de fósforo (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	5,63	28,77	47,94	55,53	4,82	31,30	33,07	46,10
40	45,77	307,63	439,19	555,88	21,83	240,41	248,83	382,67
60	36,59	431,06	511,99	818,99	31,15	385,48	456,73	565,52
80	66,01	878,11	1216,68	1651,63	64,54	849,42	953,44	1130,86
100	97,73	1501,20	1821,82	2312,28	87,71	1356,45	1709,93	1789,67
120	114,34	1506,02	1759,54	2836,88	79,35	1184,05	1818,37	2062,92

Tabela 10 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de fósforo nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	34,46	337,12	449,48	953,11	1433,26	1554,15
Brasil	28,92	223,43	359,72	749,57	1235,94	1286,17

d.m.s. (Tukey 5%)
 V dentro de C = 138,43; C dentro de V = 202,61

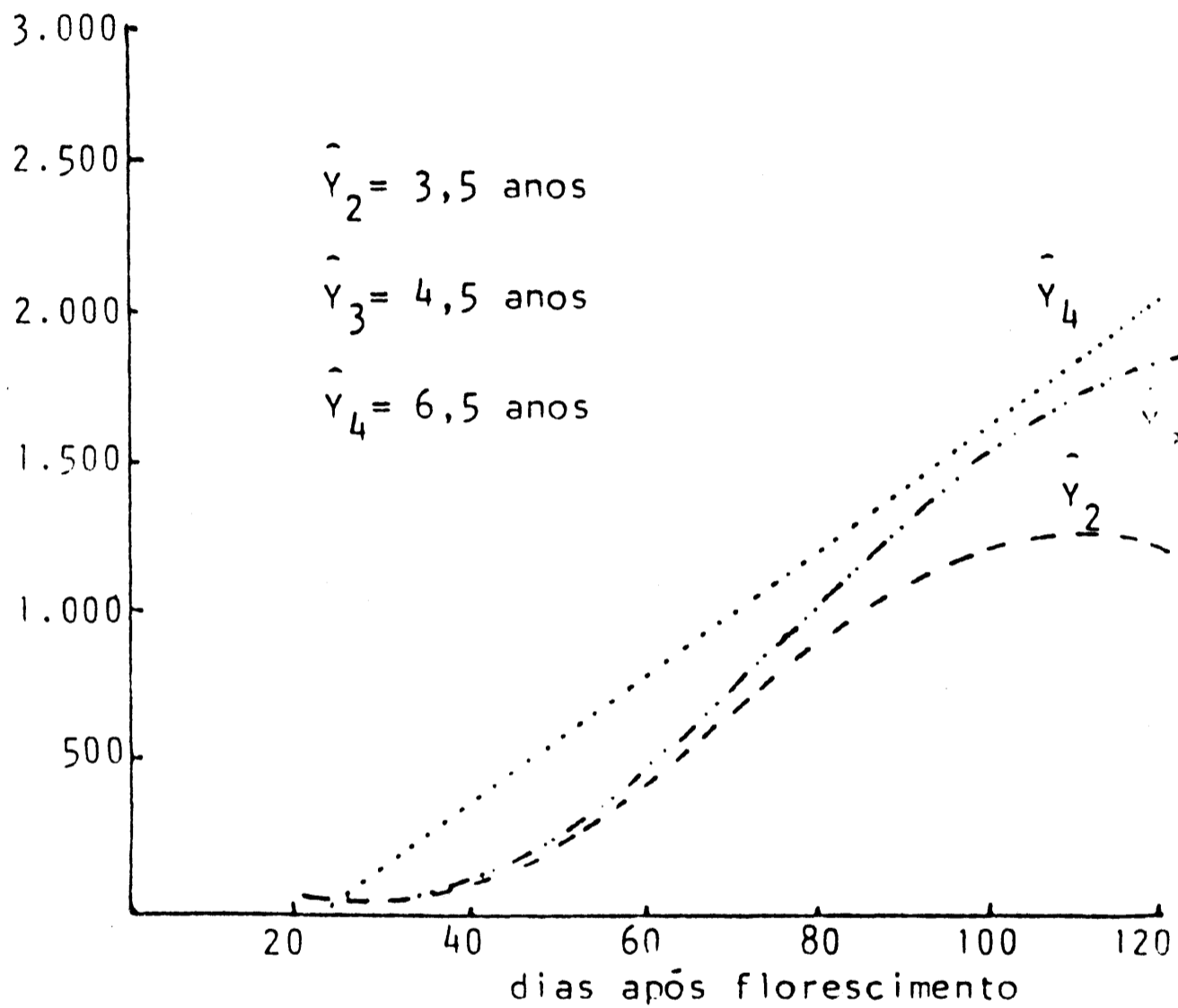


\hat{Y}_1 = Não significativo
 \hat{Y}_2 = $382,0843 - 28,0824x + 0,6981x^2 - 0,00319x^3$ ($R^2 = 96,8$)
 \hat{Y}_3 = $522,1970 - 37,8482x + 0,9521x^2 - 0,00456x^3$ ($R^2 = 96,5$)
 \hat{Y}_4 = $-628,9245 + 28,5823x$ ($R^2 = 96,4$)

Figura 3 - Acúmulo de fósforo pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

mg P/planta

'Brasil'



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= \text{N\~{a}o significativo} \\ \hat{Y}_2 &= 551,3187 - 40,7462x + 0,9284x^2 - 0,00452x^3 \quad (R^2 = 97,0) \\ \hat{Y}_3 &= 532,9256 - 38,8934x + 0,8732x^2 - 0,00381x^3 \quad (R^2 = 98,2) \\ \hat{Y}_4 &= -490,7528 + 21,2435x \quad (R^2 = 97,2) \end{aligned}$$

Figura 4 - Acúmulo de fósforo pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Brasil'.

Tabela 11 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de fósforo nos 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	61,01	775,46	966,08	1371,83
Brasil	48,23	674,52	870,06	996,29

d.m.s. (Tukey 5%) V dentro de I = 113,02; I dentro de V = 148,90

Tabela 12 - Pontos estimados de máximo e inflexão, de acúmulo de fósforo (mg / planta = 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	3,5	120 ^{a/}	1551,50	73	809,57
Ohio Beauty	4,5	115	1822,02	70	960,60
Ohio Beauty	6,5	120 ^{a/}	2800,90	-	-
Brasil	3,5	110	1288,85	68	663,90
Brasil	4,5	120 ^{a/}	1863,50	76	963,47
Brasil	6,5	120 ^{a/}	2058,40	-	-

^{a/} Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de fósforo aos 120 dias (época da colheita dos frutos).

Tabela 13 - Acúmulo de potássio (mg/planta) nos 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	28,04	166,07	233,20	280,65	26,44	164,66	191,47	262,29
40	262,67	1834,11	2596,34	3158,31	174,01	1779,61	2239,45	3051,11
60	268,24	3445,54	4488,77	6327,15	292,98	4278,41	5332,95	6899,88
80	586,54	7561,99	12333,55	14406,84	623,49	9224,01	10708,59	14676,53
100	981,70	12955,95	21022,10	22920,14	991,61	13623,98	18018,42	23154,54
120	1198,88	16620,96	23945,87	20721,60	1206,91	15370,61	21897,94	28224,44

ta. As médias resultantes dessas interações acham-se nas Tabelas 14, 15 e 16. Os acúmulos de potássio no cultivar 'Ohio Beauty' foram representados por equações de regressão linear para macieiras com 1,5 anos de idade, equação quadrática para 3,5 anos e equações cúbicas para 4,5 e 6,5 anos de idade. Macieiras 'Brasil' com 1,5 anos acumularam potássio segundo equações de regressão linear, sendo os acúmulos por planta com 3,5; 4,5 e 6,5 anos.

Manganês

As quantidades de manganês acumuladas pelos frutos dos dois cultivares em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 35. Os acúmulos de Mn nos frutos foram afetados pelo cultivar, idade do fruto, idade da planta, idade do fruto x idade da planta (Tabelas 36, 37, 38 e 39).

Os frutos de 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos e do cultivar 'Brasil' com 3,5 e 4,5 anos acumularam manganês segundo equações de regressão linear enquanto que frutos da 'Brasil' com 6,5 anos a acumularam manganês segundo equações de regressão quadrática (Figuras 18 e 19).

Na época da colheita, frutos da macieira 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos apresentando-se com uma produção de 12,8 e 12,4 t/ha extraíram 11,95 e 17,27 mg de Mn/planta, correspondendo a 7,24 g/ha e 10,47 g/ha respectivamente.

HIROCE *et alii* (1979), para uma produção de 12 t/ha, obtiveram extrações de 8,4 g Mn/ha e 7,2 g Mn/ha por frutos dos dois cultivares, 'Ohio Beauty' e 'Brasil', representada por equação de regressão cúbica. Os pontos de inflexão situaram-se entre 74 e 92 dias após o florescimento (Figuras 18 e 19 e Tabela 35). Os frutos dos cultivares com 6,5 anos (produção de 12,8 e 12,4 t/ha) acumularam 29916 e 28542 mg de potássio na época da colheita, correspondendo a 18,13 kg/ha e 17,24 kg/ha, respectivamente. BATJER *et alii* (1952) relataram extração de 56,60 kg/ha por frutos da macieira 'Gol-

Tabela 14 - Média dos acúmulos (mg/planta) de potássio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	176,99	1962,86	3632,42	8722,23	14469,97	17871,83
Brasil	161,22	1811,05	4176,05	8808,15	13947,14	16674,97

d.m.s.
(tukey 5%)

V dentro de C = 647,98; C dentro de V = 948,45

Tabela 15 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de potássio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I)

Cultivar	Idade da planta (anos)		
	1,5	3,5	4,5
Ohio Beauty	554,34	7097,44	10769,97
Brasil	552,58	7390,21	9731,47
			12802,45
			12711,46

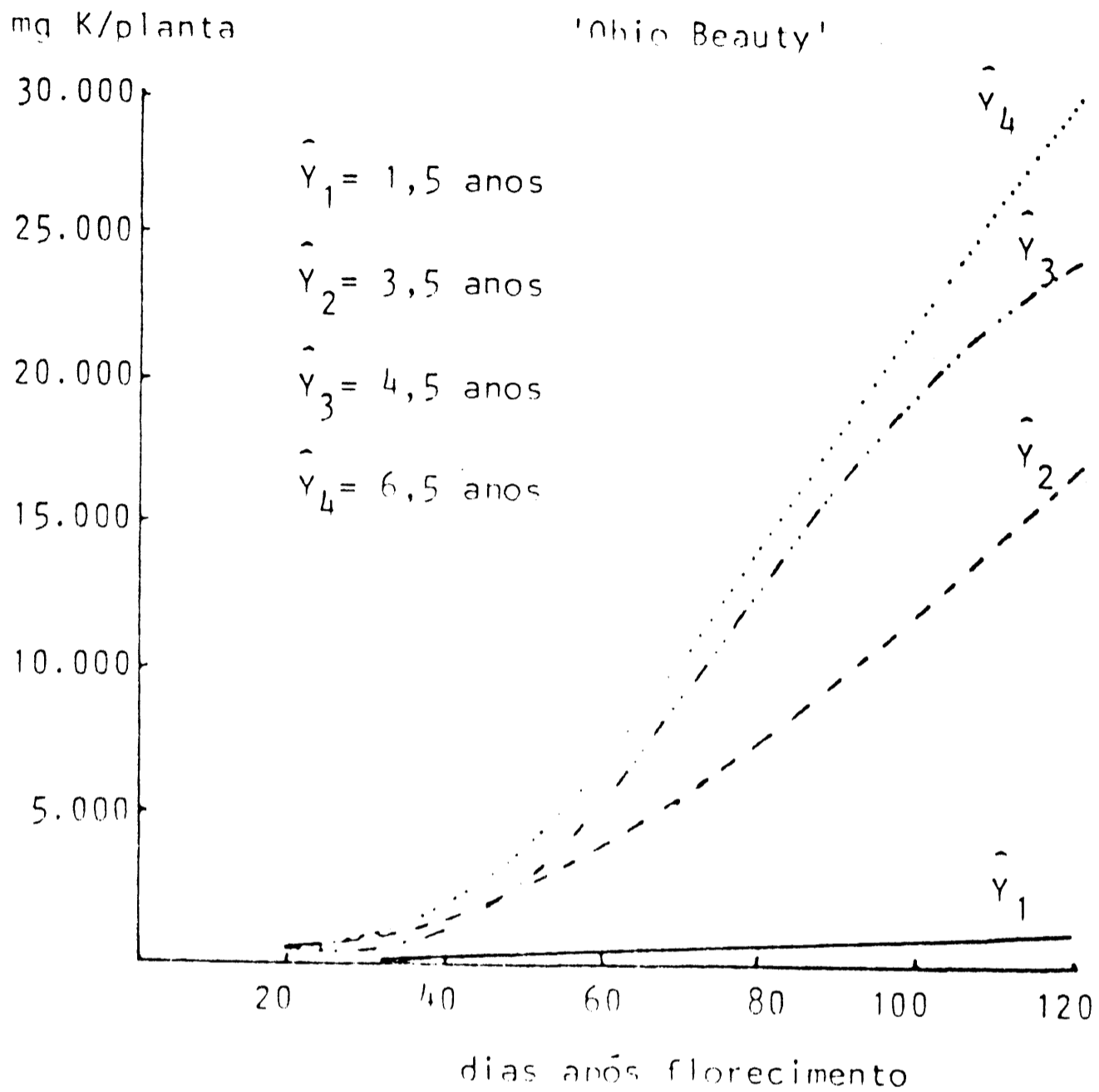
d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de I = 529,07; I dentro de V = 697,00

Tabela 16 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de potássio por frutos dos dois cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I)

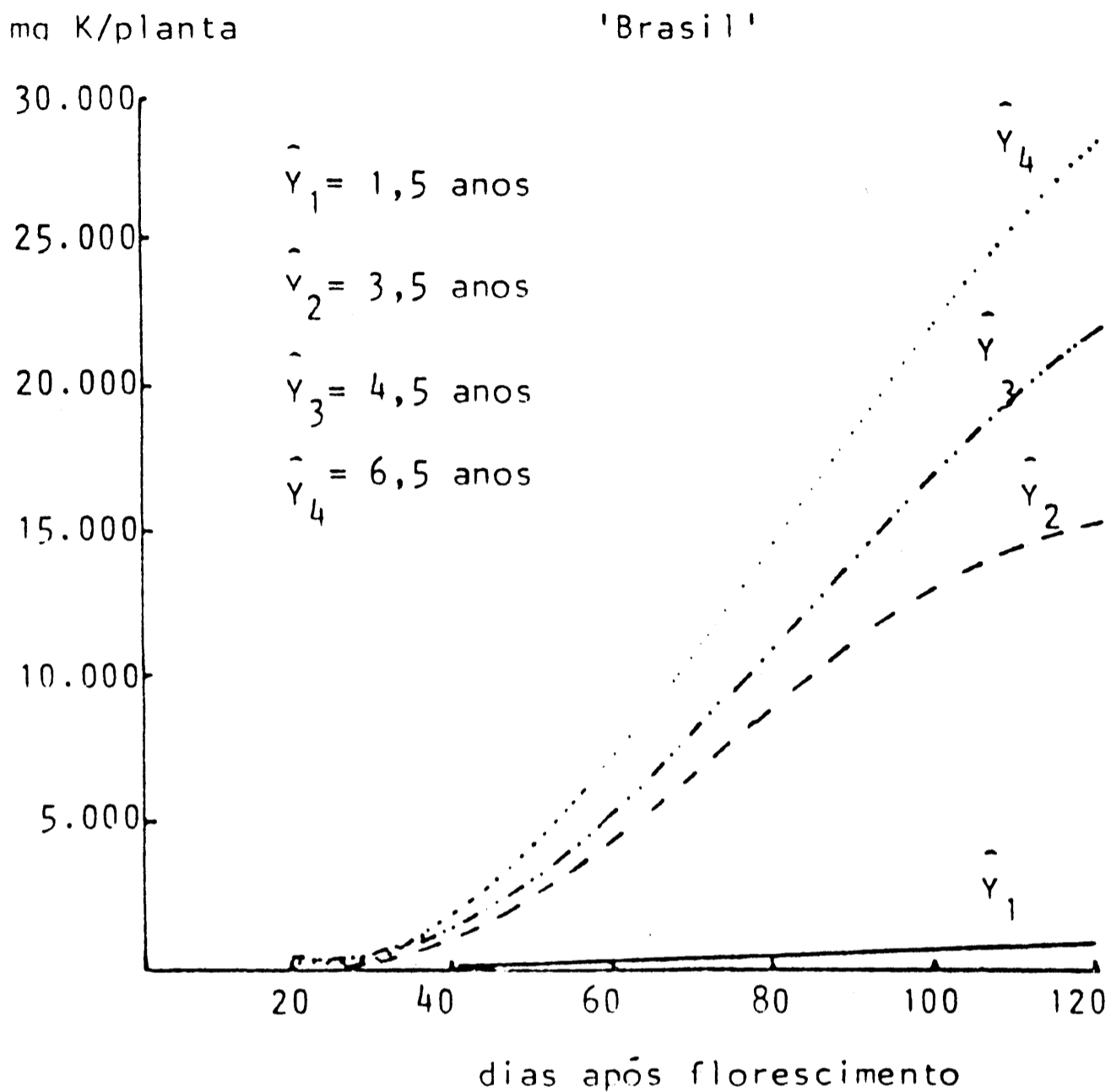
Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	27,25	165,36	212,33	271,47
40	218,34	1806,87	2417,90	2104,71
60	280,61	3811,98	4910,86	6613,51
80	605,02	8393,00	11521,07	14541,68
100	986,66	13289,96	19520,26	23037,34
120	1202,89	15995,78	22921,90	28973,02

d.m.s. (Tukey 5%) C dentro de I = 1341,31; I dentro de C = 1207,24



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -278,6133 + 11,8994x & (R^2 = 95,0) \\ \hat{Y}_2 &= -692,2720 + 14,1120x + 1,1212x^2 & (R^2 = 95,0) \\ \hat{Y}_3 &= 7251,7740 - 541,2674x + 11,4975x^2 - 0,0484x^3 & (R^2 = 99,1) \\ \hat{Y}_4 &= 36,49,1741 - 291,9049x + 7,5291x^2 - 0,0271x^3 & (R^2 = 99,7) \end{aligned}$$

Figura 5 - Acúmulo de potássio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -315,9899 + 12,4081x & (R^2 = 96,8) \\ \hat{Y}_2 &= 3487,9538 - 284,7378x + 6,9646x^2 - 0,0313x^3 & (R^2 = 99,6) \\ \hat{Y}_3 &= 3409,5143 - 276,0483x + 6,8548x^2 - 0,0271x^3 & (R^2 = 99,6) \\ \hat{Y}_4 &= 4380,0559 - 359,9391x + 9,1184x^2 - 0,0371x^3 & (R^2 = 99,7) \end{aligned}$$

Figura 6 - Acúmulo de potássio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 17 - Pontos estimados de máximo $a/$ e inflexão, de acúmulo de potássio (mg / planta = 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	1149,30	-	-
Ohio Beauty	3,5	120	16811,00	97	11688,28
Ohio Beauty	4,5	120	24371,00	79	12579,75
Ohio Beauty	6,5	120	29917,00	92	19407,19
Brasil	1,5	120	1172,90	-	-
Brasil	3,5	120	15483,00	74	7889,38
Brasil	4,5	120	22140,00	84	12606,76
Brasil)	6,5	120	28452,00	82	15749,41

$a/$ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de potássio aos 120 dias (época de colheita dos frutos)

den' de árvores com 28 a 30 anos de idade. HIROCE *et alii* (1979) no Brasil estimam que uma produção de 12 t/ha extrai 13,31 kg/K/ha e 13,82 kg/k/ha pelos frutos dos cultivares 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. A relação média entre as extrações de potássio e nitrogênio pelos frutos observado por autores estrangeiros é de 2,3:1,0; enquanto que 1,9:1,0 é a relação verificada por HIROCE *et alii* (1979) no Brasil. No presente trabalho a relação observada foi de 1,5:1,0, nos frutos por ocasião a colheita.

Cálcio

As quantidades de cálcio acumuladas por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento acham-se na Tabela 18. Observa-se que o acúmulo de cálcio pelos frutos foi afetado pela idade do fruto, pela idade da planta e com interações cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta e cultivar x idade do fruto x idade da planta. As médias dessas interações encontram-se na Tabela 15. Os acúmulos por frutos do cultivar 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos e 'Brasil' com 3,5 e 6,5 anos foram representados por equações de regressão linear. No cultivar 'Brasil' com 4,5 anos uma equação de regressão quadrática ajustou-se significativamente aos acúmulos de cálcio pelos frutos (Figuras 7, 8 e Tabela 19). Os frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produções de 12,8 e 12,4 t/ha) por ocasião da colheita, extraíram 1409,2 e 1369,2 mg/Ca/planta, correspondendo à 0,85 kg/ha e 0,83 kg/ha, respectivamente. HIROCE *et alii* (1979) afirmam que uma produção estimada de 12 t/ha retira 0,98 kg Ca/ha e 1,03 kg/ca /ha pelos cultivares 'Ohio Beauty' e 'Brasil', respectivamente. Esses valores são próximos aos constatados no presente trabalho.

Magnésio

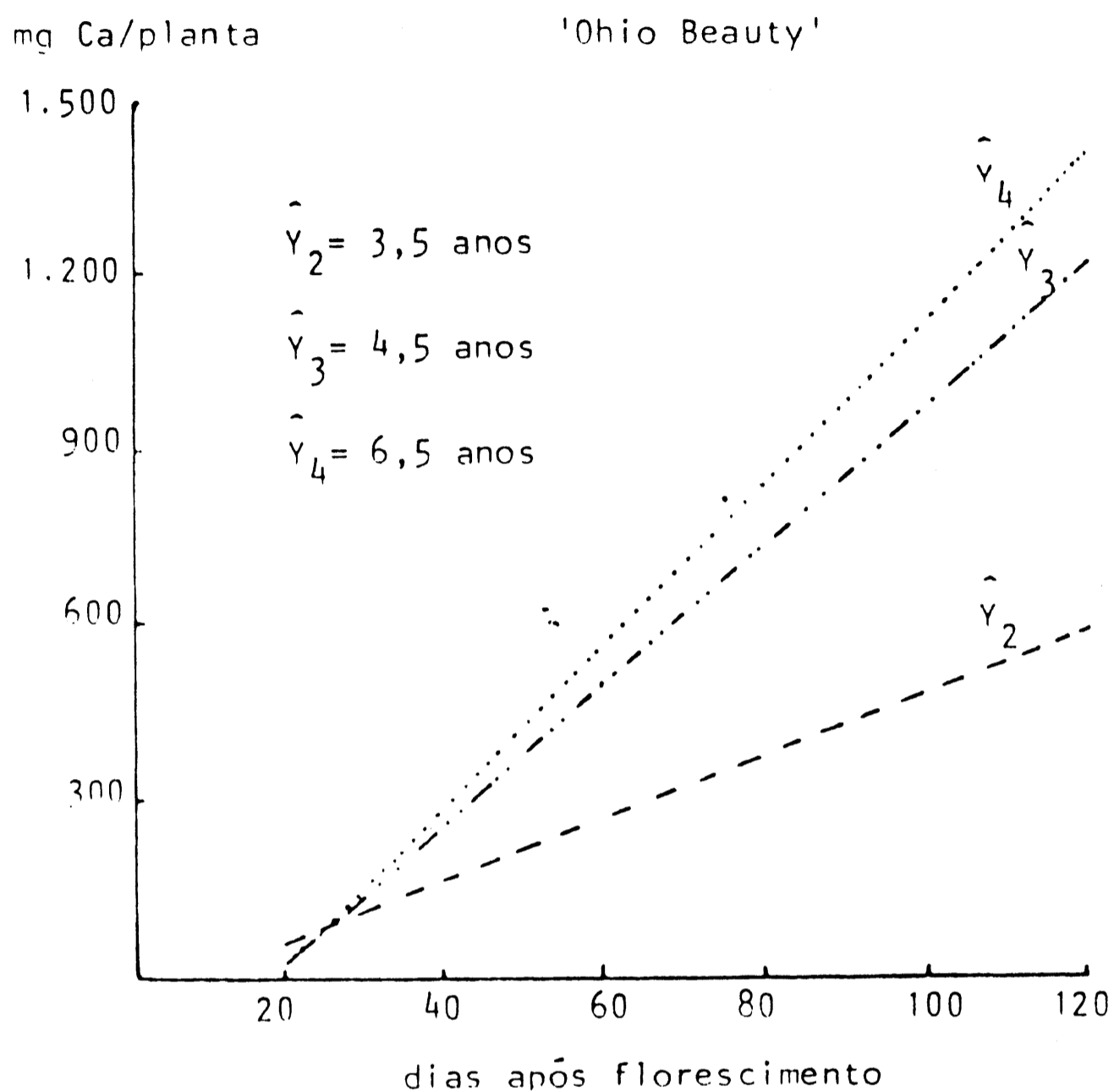
As quantidades de magnésio acumuladas por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento são apresentadas na Tabela 20. O acúmulo de magnésio foi afetado pela idade do fruto, pela idade da planta e com interações cultivar x idade do

Tabela 18 - Acúmulo de cálcio (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

Idade do fruto (C) em dias	'Ohio Beauty' (V)				'Brasil'			
	Idade da planta (I) em anos				Idade da planta (I) em anos			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	4,12	25,40	37,85	41,31	4,01	24,31	27,44	37,36
40	25,96	204,15	253,39	308,47	18,99	203,24	244,68	378,66
60	22,71	325,66	423,93	538,45	24,67	375,81	430,96	458,74
80	37,42	328,88	821,30	793,22	36,58	524,23	548,76	914,60
100	50,49	467,26	1018,14	1068,40	51,16	835,14	925,41	1116,91
120	58,36	618,65	1168,19	1497,96	59,01	854,21	1210,24	1314,33

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 165,47; C dentro de V dentro de I=242,19

(Tukey 5%) I dentro de C dentro de V = 217,98



\hat{Y}_1	= Não significativo	
\hat{Y}_2	= $-45,5457 + 5,3697x$	($R^2 = 95,8$)
\hat{Y}_3	= $-213,8646 + 11,9190x$	($R^2 = 98,3$)
\hat{Y}_4	= $-273,8128 + 14,0254x$	($R^2 = 98,8$)

Figura 7 - Acúmulo de cálcio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.

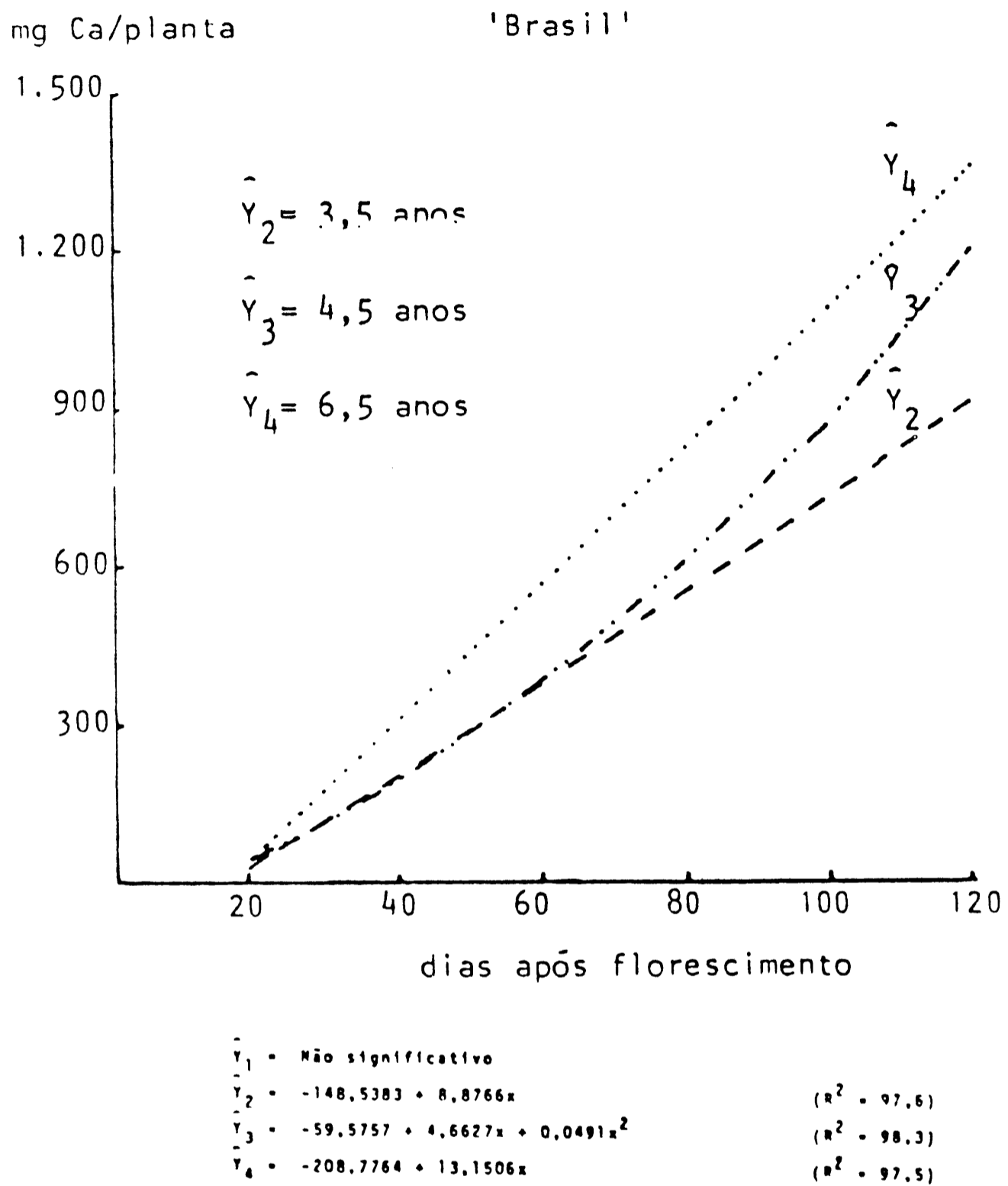


Figura 8 - Acúmulo de cálcio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 19 - Pontos estimados de máximo $\frac{a}{b}$ acúmulo de cálcio (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo	
		x	y
Ohio Beauty	3,5	120	596,82
Ohio Beauty	4,5	120	1216,40
Ohio Beauty	6,5	120	1409,20
Brasil	3,5	120	916,65
Brasil	4,5	120	1206,60
Brasil	6,5	120	1369,20

$\frac{a}{b}$ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de cálcio aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

Tabela 20 - Acúmulo de magnésio (mg/planta) nos 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	3,23	16,13	26,43	33,34	2,87	17,96	21,11	28,10
40	21,42	135,34	214,79	307,80	13,41	153,43	208,32	303,06
60	20,57	218,84	331,60	423,43	20,00	219,19	332,95	354,28
80	29,11	320,63	364,57	483,69	33,63	436,64	490,81	690,63
100	31,16	430,85	592,16	832,39	30,26	716,04	883,44	860,39
120	34,11	529,41	647,21	866,87	42,13	846,93	846,02	841,11

fruto, cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta. As médias resultantes dessas interações acham-se nas Tabelas 21, 22 e 23. Os frutos de 'Ohio Beauty' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos, acumularam magnésio segundo equações de regressão linear. As equações de regressão foram de 3º, 1º e 2º graus para os frutos de 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos.

No cultivar 'Brasil' com 3,5 anos ocorreu acúmulo máximo aos 130 dias após o florescimento, e o ponto de inflexão aos 65 dias (Figuras 9 e 10 e Tabela 24). Na época de colheita, os frutos de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos (produção de 12,8 e 12,4 t/ha) extraíram 906,65 e 887,39 mg de magnésio/planta, correspondendo a 0,58 kg/ha e 0,54 kg/ha, respectivamente. BATJER *et alii* (1952) descreveram extrações de 2,2 kg Mg/ha em frutos da cultivar 'Golden' com 28 a 30 anos. HIROCE *et alii* (1979) numa produção estimada de 12/ha a retirada de 0,65 kg Mg/ha.

Enxofre

Os acúmulos de enxofre por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 25. As quantidades de enxofre acumuladas pelos frutos foram afetadas pelo cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto e idade do fruto x idade da planta. As médias resultantes dessas interações encontram-se nas Tabelas 26 e 27. Os acúmulos de enxofre pelos frutos da 'Ohio Beauty' foram representados por equações de regressão do 1º grau para plantas com 6,5 anos. Para o cultivar 'Brasil' os frutos acumularam enxofre segundo equações de 3º, 1º e 3º grau para plantas com 3,5; 4,5 e 6,5 anos respectivamente (Figuras 11 e 12). Nos casos de regressão de 3º grau as quantidades máximas de enxofre acumuladas pelos frutos ocorreram entre 103 e 114 dias após o florescimento, estando os pontos de inflexão situados entre 59 e 68 dias (Tabela 28).

Frutos maduros de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos apresentando uma produção de 12,8 e 12,4 t/ha acumularam 1199,50 e 1775,30 mg de enxofre/planta, correspondendo à 0,73 kg/ha e 1,08 kg/ha, respectivamente. Os únicos dados encontrados foram os de HIROCE *et alii* (1979) que considerando uma pro

Tabela 21 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de magnésio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	19,78	169,84	248,61	299,50	471,64	519,40
Brasil	17,51	169,56	231,60	412,92	622,53	557,05

d.m.s. (Tukey 5%)
 V dentro de C = 66,82; C dentro de V = 97,80

Tabela 22 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de magnésio nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I)

Cultivar	Idade da planta (anos)		
	1,5	3,5	4,5
Ohio Beauty	23,27	275,20	362,79
Brasil	23,72	340,37	463,78

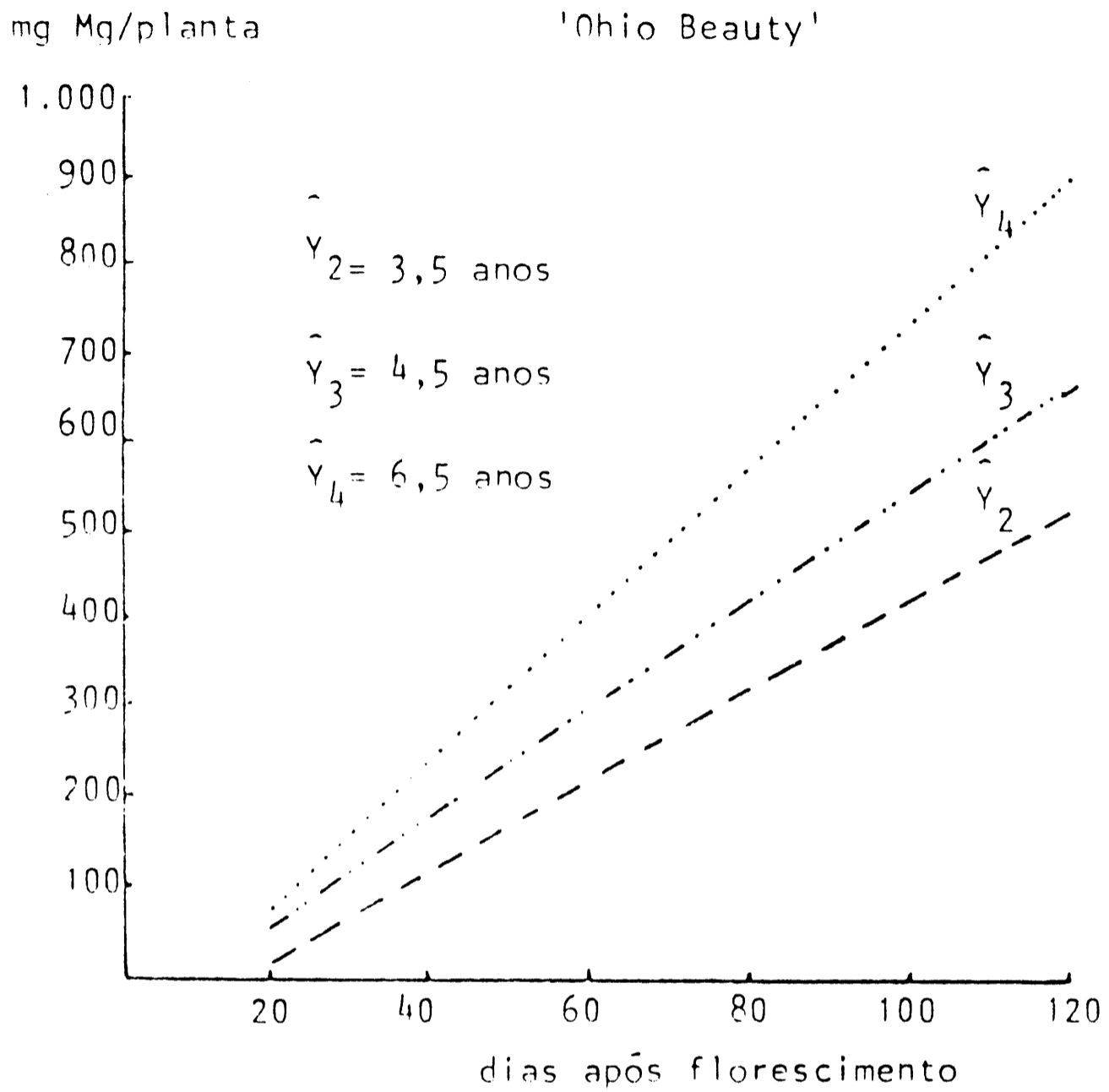
d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de I = 54,46; I dentro de V = 71,87

Tabela 23 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de magnésio nos frutos dos dois cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (C x I)

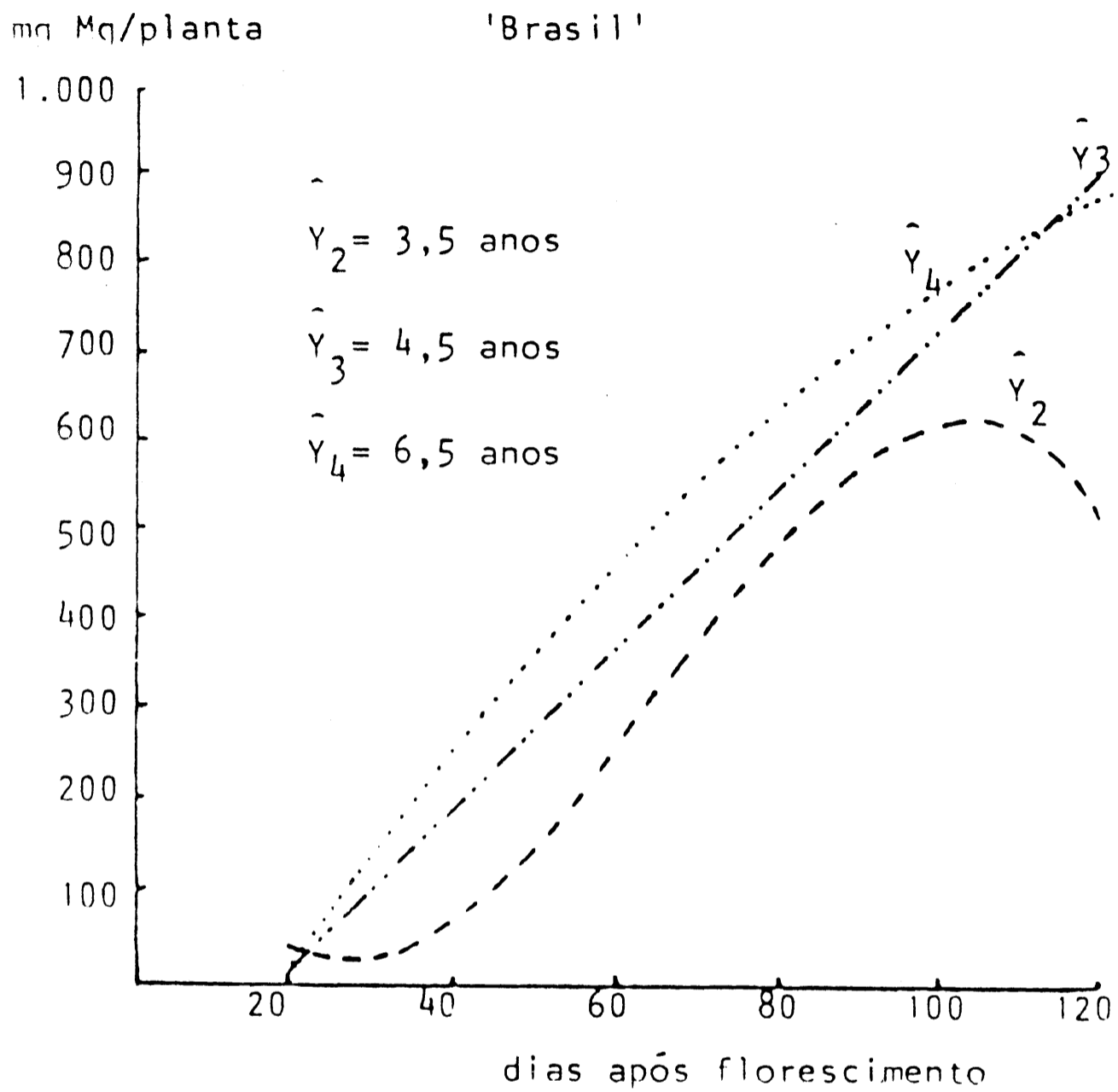
Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	3,05	17,04	23,77	30,72
40	17,42	144,38	211,55	305,43
60	20,28	219,02	332,27	388,86
80	31,37	378,63	427,69	587,16
100	30,71	573,44	737,80	846,39
120	38,12	514,17	746,61	853,99

d.m.s. (Tukey 5%) C dentro de I = 138,31; I dentro de C = 124,48



\hat{Y}_1	• Não significativo	
\hat{Y}_2	• $-80,2758 + 5,0782x$	($R^2 = 99,9$)
\hat{Y}_3	• $-64,1093 + 6,0986x$	($R^2 = 96,6$)
\hat{Y}_4	• $-88,9113 + 8,2881x$	($R^2 = 95,1$)

Figura 9 - Acúmulo de magnésio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.



\hat{Y}_1	= Não significativo	
\hat{Y}_2	= $318,7033 - 23,4346x + 0,5436x^2 - 0,00278x^3$	(R ² = 93,4)
\hat{Y}_3	= $-167,0012 + 9,0111x$	(R ² = 94,5)
\hat{Y}_4	= $-260,5886 + 14,9079x - 0,0445x^2$	(R ² = 95,5)

Figura 10 - Acúmulo de magnésio pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, da macieira 'Brasil'.

Tabela 24 - Pontos estimados de máximo e inflexão, de acúmulo de magnésio (mg/planta = 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	3,5	120	529,10	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	667,72	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	905,65	-	-
Brasil	3,5	103	632,16	65	329,81
Brasil	4,5	120	914,32	-	-
Brasil	6,5	120	887,39	-	-

a/ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de magnésio aos 120 dias (época de colheita dos frutos)

Tabela 25 - Acúmulo de enxofre (mg/planta) nos 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	3,52	20,54	31,70	36,10	3,04	17,19	21,85	28,47
40	34,62	214,95	319,58	430,60	19,72	156,30	240,38	323,80
60	39,90	338,76	431,49	628,17	33,69	339,10	429,58	568,69
80	53,70	509,44	876,26	1137,41	49,31	790,68	799,90	1379,02
100	64,84	636,35	961,08	1429,38	77,76	127,68	1372,96	1660,75
120	53,62	837,05	1374,73	1174,48	107,01	981,81	1564,59	1778,95

Tabela 26 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de enxofre nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade dos frutos (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	22,97	249,94	357,08	644,20	772,91	859,97
Brasil	17,64	185,05	342,77	754,73	1059,79	1108,09

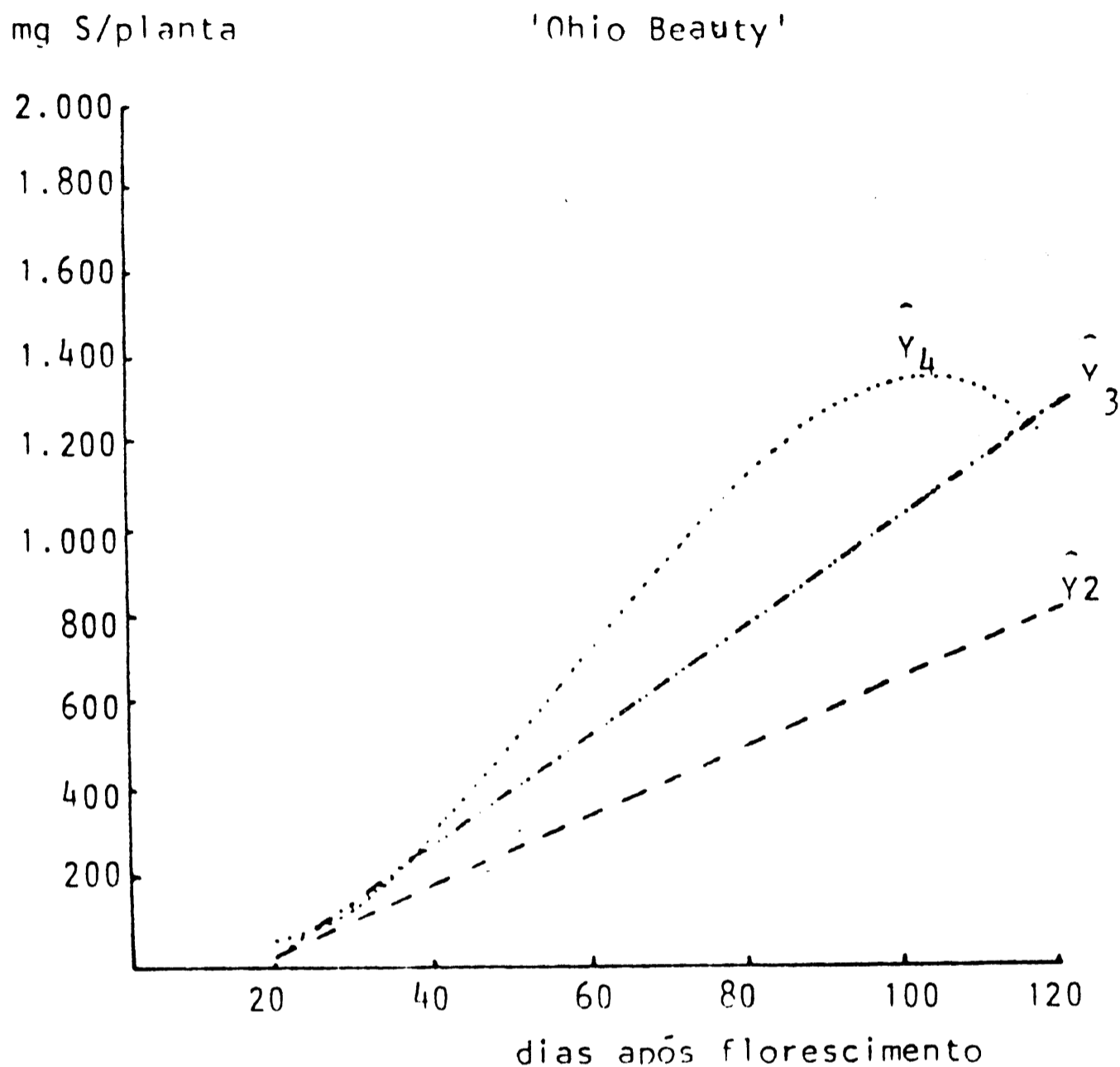
d.m.s. (Tukey 5%)
 V dentro de C = 122,15; C dentro de V = 178,80

Tabela 27 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de enxofre nos frutos 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	3,28	18,87	26,78	32,29
40	27,17	185,63	279,98	377,20
60	31,80	338,93	430,54	598,43
80	51,51	650,06	838,08	1528,21
100	71,30	882,02	1167,03	1545,07
120	80,32	909,43	1469,66	1476,71

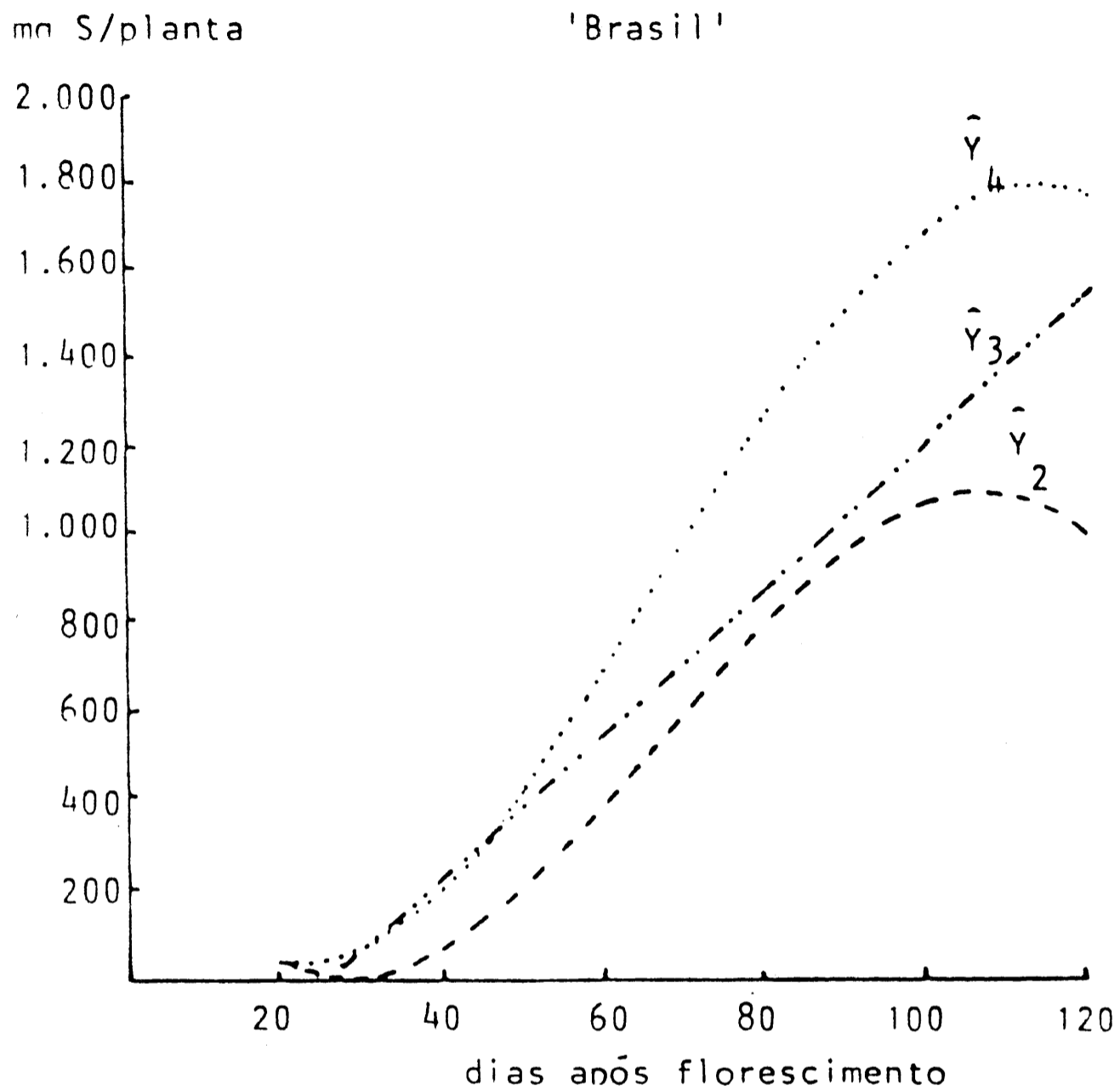
d.m.s.
(Tukey 5%)

C dentro de I = 252,86; I dentro de C = 227,58



\hat{Y}_1 = Não significativo
 \hat{Y}_2 = $-125,5605 + 7,8820x$ ($R^2 = 99,6$)
 \hat{Y}_3 = $-242,6349 + 12,9779x$ ($R^2 = 97,4$)
 \hat{Y}_4 = $186,5770 - 17,8340x + 0,6829x^2 - 0,00386x^3$ ($R^2 = 97,8$)

Figura 11 - Acúmulo de enxofre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty'.



$$\begin{aligned} \bar{Y}_1 &= \text{N\~{a}o significativo} \\ \bar{Y}_2 &= 497.8978 - 38.7678x + 0.8834x^2 - 0.00438x^3 \quad (R^2 = 98.7) \\ \bar{Y}_3 &= -409.9648 + 16.4026x \quad (R^2 = 96.8) \\ \bar{Y}_4 &= 373.9760 - 32.4619x + 0.9022x^2 - 0.00445x^3 \quad (R^2 = 98.5) \end{aligned}$$

Figura 12 - Ac\u00famulo de enxofre pelos frutos em diferentes est\u00e1dios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 28 - Pontos estimados de máximo e inflexão, de acúmulo de enxofre (mg/planta = 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	3,5	120 ^{a/}	820,28	-	-
Ohio Beauty	4,5	120 ^{a/}	1314,60	-	-
Ohio Beauty	6,5	103	1368,22	59	713,50
Brasil	3,5	107 ^{a/}	1099,80	67	554,28
Brasil	4,5	120	1558,13	-	-
Brasil	6,5	114	1800,97	68	924,50

a/ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de enxofre aos 120 dias (época de colheita dos frutos)

dução de 12 t/ha atestam a extração de enxofre como sendo de 0,65 kg/S/ha e 0,93 kg/S/ha em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil'.

Boro

Os acúmulos de boro nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 29. As quantidades de boro acumuladas pelos frutos foram afetadas pelo cultivar, idade do fruto, idade da planta, com interações duplas entre essas variáveis e também com a interação cultivar x idade do fruto x idade da planta. Os valores representativos dessa interação tripla situam-se na Tabela 29. Os acúmulos de boro por frutos de 'Ohio Beauty' com 3,5 e 6,5 anos foram representados por equações de regressão linear, enquanto uma equação cúbica representou o acúmulo em plantas com 4,5 anos (Figura 13). Os acúmulos de boro na macieira 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos foram representados por equações de regressão cúbica (Figura 13). Os pontos de inflexão ocorreram entre 72 e 86 dias após o florescimento (Tabela 30). Frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos tendo a produção de 12,8 e 12,4 t/ha extraíram 48,16 e 67,22 mg B/planta, correspondendo a 28,12 g B/ha e 40,74 g B/ha, respectivamente. HIROCE *et alii* (1979) estimaram a extração de 4,80 g B/ha e 12,00 g B/ha macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com uma produção estimada em 12 t/ha.

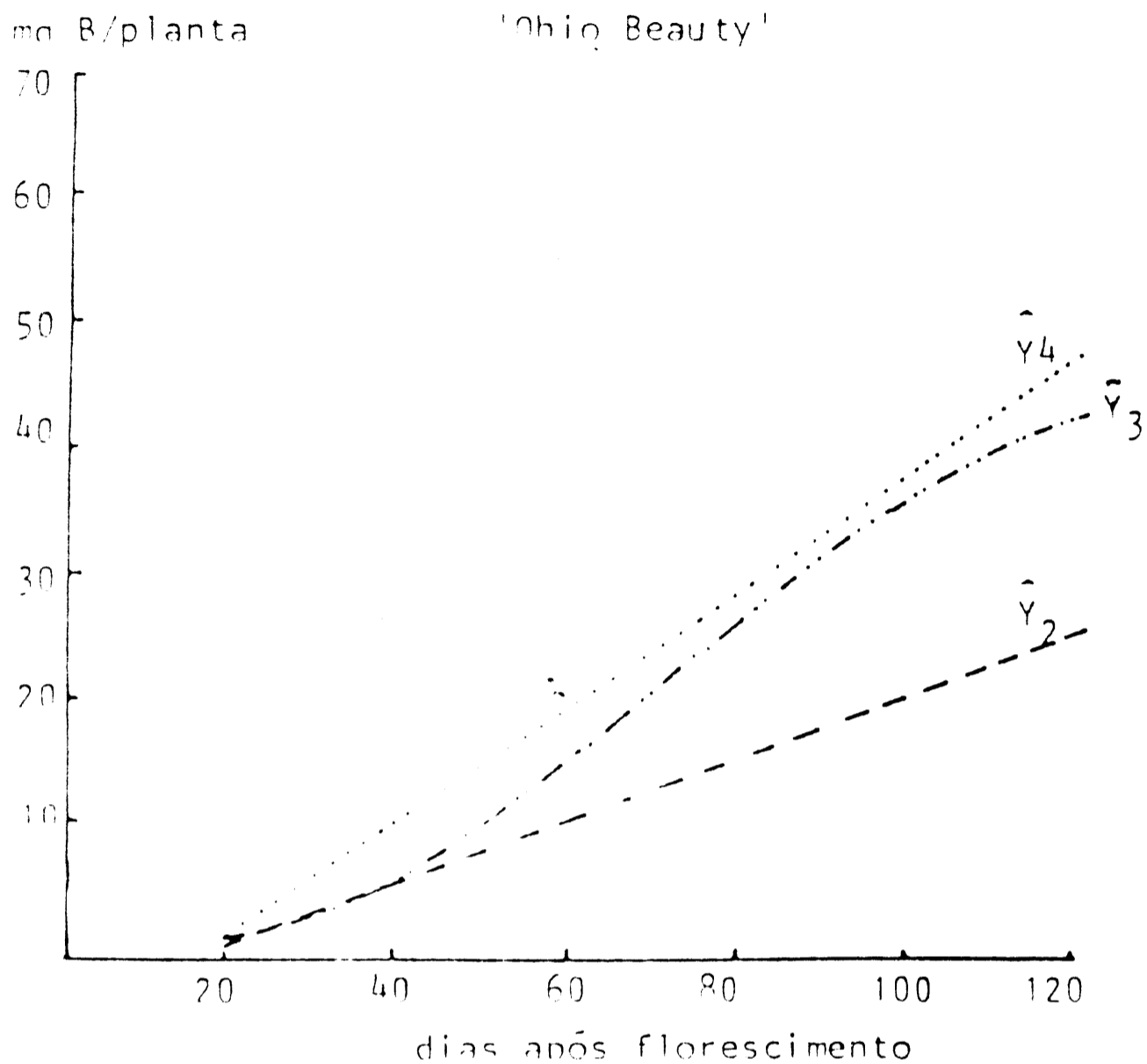
Cobre

Os acúmulos de cobre nos frutos em diferentes idades acham-se na Tabela 31. Observa-se efeito do cultivar, idade do fruto, idade da planta, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta, ocorrendo também efeito da interação tripla cultivar x idade do fruto x idade da planta, no acúmulo pelos cultivares. Os valores representativos da interação triplo estão expressos na Tabela 31. O acúmulo de cobre por frutos do cultivar 'Ohio Beauty' foi representado por equações de regressão linear para plantas com 3,5 anos e por equações de regressão quadrática para plantas com 3,5 anos e

Tabela 29 - Acúmulos de boro (mg/planta) nos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' em 4 idades

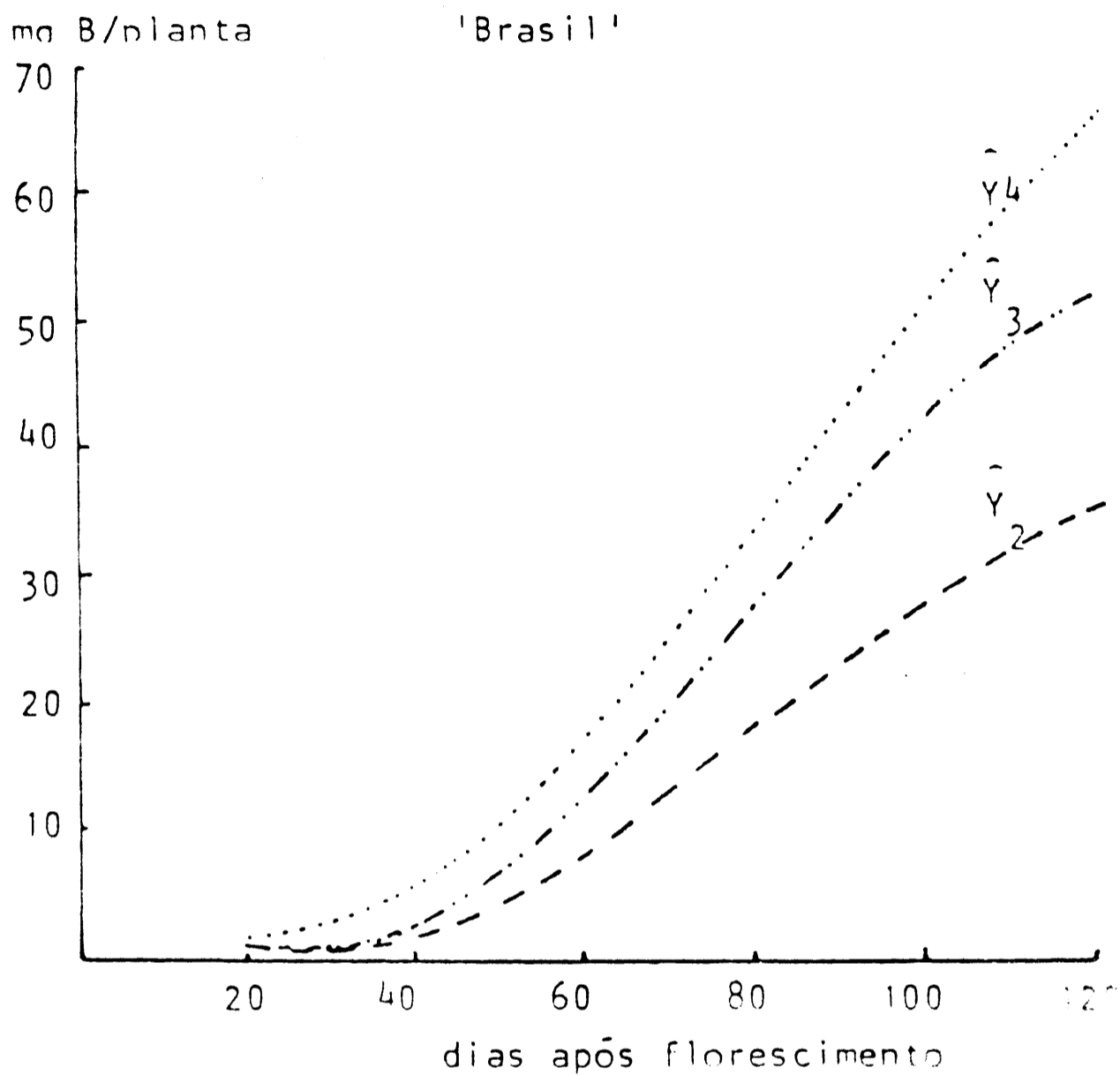
Idade do fruto (dias)	'Ohio Beauty'				'Brasil'			
	Idade da planta (anos)				Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,13	0,73	1,01	1,25	0,13	0,81	0,93	1,14
40	0,97	7,04	9,43	11,44	0,47	5,22	6,19	9,64
60	0,86	9,63	12,42	17,90	0,67	7,75	10,77	14,91
80	1,32	16,71	30,42	31,69	1,46	20,59	27,22	33,93
100	1,53	20,23	35,60	35,61	2,20	34,32	45,93	54,20
120	2,01	27,54	43,74	49,89	3,13	40,81	52,43	66,41

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 4,28; C dentro de V dentro de I = 6,26;
 (Tukey 5%) I dentro de C dentro de V = 5,63.



\hat{Y}_1 = Não significativo
 \hat{Y}_2 = $-4,4248 + 0,2581x$ ($R^2 = 98,8$)
 \hat{Y}_3 = $3,3309 - 0,3040x + 0,0171x^2 - 0,0000561x^3$ ($R^2 = 97,8$)
 \hat{Y}_4 = $-8,3158 + 0,4707x$ ($R^2 = 98,5$)

Figura 13 - Acúmulo de boro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.



\bar{Y}_1 = Não significativo
 \bar{Y}_2 = $10,2780 - 0,7239x + 0,01548x^2 - 0,0000637x^3$ ($R^2 = 98,8$)
 \bar{Y}_3 = $15,2174 - 1,0991x + 0,0238x^2 - 0,000100x^3$ ($R^2 = 98,8$)
 \bar{Y}_4 = $9,6146 - 0,7116x + 0,01849x^2 - 0,0000713x^3$ ($R^2 = 99,1$)

Figura 14 - Acúmulo de boro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 30 - Pontos estimados de máximo \bar{a} e inflexão, de acúmulo de boro (mg/planta = 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	3,5	120	26,55	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	43,67	72	22,89
Ohio Beauty	6,5	120	48,16	-	-
Brasil	3,5	120	41,45	83	22,84
Brasil	4,5	120	53,33	79	27,93
Brasil	6,5	120	67,62	86	40,15

\bar{a} / Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de boro aos 120 dias (época de colheita dos frutos)

Tabela 31 - Acúmulo de cobre (mg/planta) nos 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	0,05	0,27	0,36	0,42	0,04	0,27	0,27	0,36
40	0,32	2,71	2,75	3,55	0,22	2,59	3,30	4,48
60	0,27	3,81	4,36	6,27	0,22	3,07	4,33	4,62
80	0,40	4,57	8,53	8,27	0,58	7,48	10,39	12,30
100	0,57	8,91	12,85	12,47	0,91	12,17	15,57	19,07
120	0,67	10,69	15,71	17,36	0,91	13,49	18,72	22,94

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 1,93; C dentro de V dentro de I = 2,83;
 (Tukey 5%) I dentro de C dentro de V = 2,54.

por equações de regressão quadrática para plantas com 3,5 anos e por equações de regressão quadrática para plantas com 4,5 e 6,5 anos. O acúmulo por equações de regressão cúbicas, quadrática e cúbica respectivamente (Figuras 15 e 16). Os pontos de inflexão ocorreram entre 78 e 86 dias após o florescimento (Tabela 32).

As extrações de cobre por frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos de idade produzindo 12,8 e 12,4 t/ha foram de 17,04 e 23,32 mg/planta correspondendo à 10,32 g/ha e 14,13 g/ha, respectivamente.

HIROCE *et alii* (1979) para uma produção estimada de 12 t/ha relataram a extração de 8,40 mg de Cu/ha para 'Ohio Beauty' e de 13,20 mg Cu/ha para o cultivar 'Brasil'.

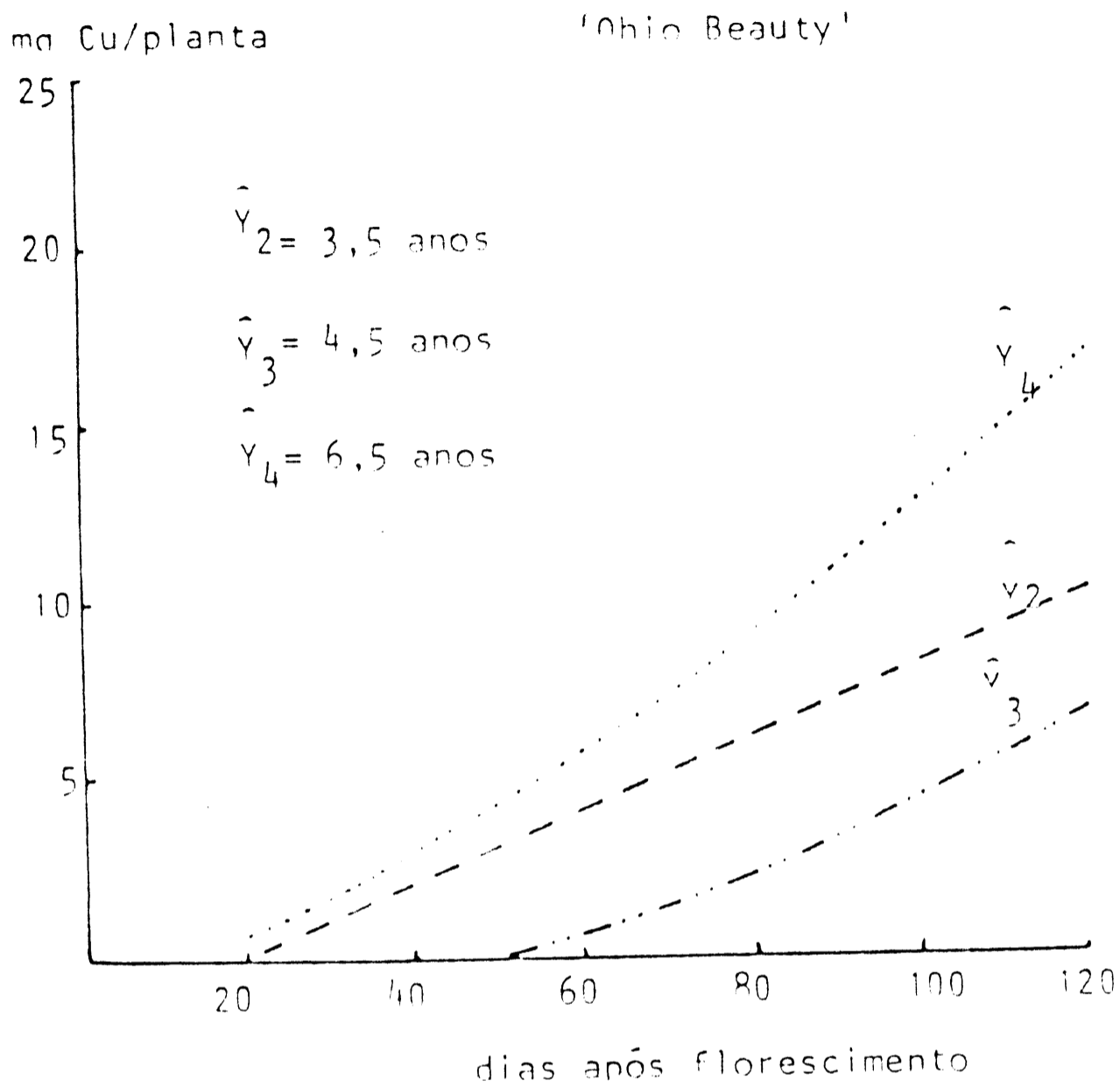
Ferro

As quantidades de ferro acumuladas por frutos em diferentes estádios de desenvolvimento encontram-se na Tabela 33. Verifica-se que as quantidades de ferro acumuladas pelos frutos foram afetadas pela idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade da planta, idade do fruto x idade da planta, cultivar x idade do fruto x idade da planta. Os valores relativos a interação tripla ocorrida (UXCXI) encontram-se na Tabela 33.

Frutos de 'Ohio Beauty' acumularam ferro segundo equações do 2º grau em plantas com 3,5 e 6,5 anos e segundo equações de 3º grau em plantas com 4,5 anos, ocorrendo o ponto de inflexão aos 81 dias após o florescimento (Figuras 17 e 18 e Tabela 34).

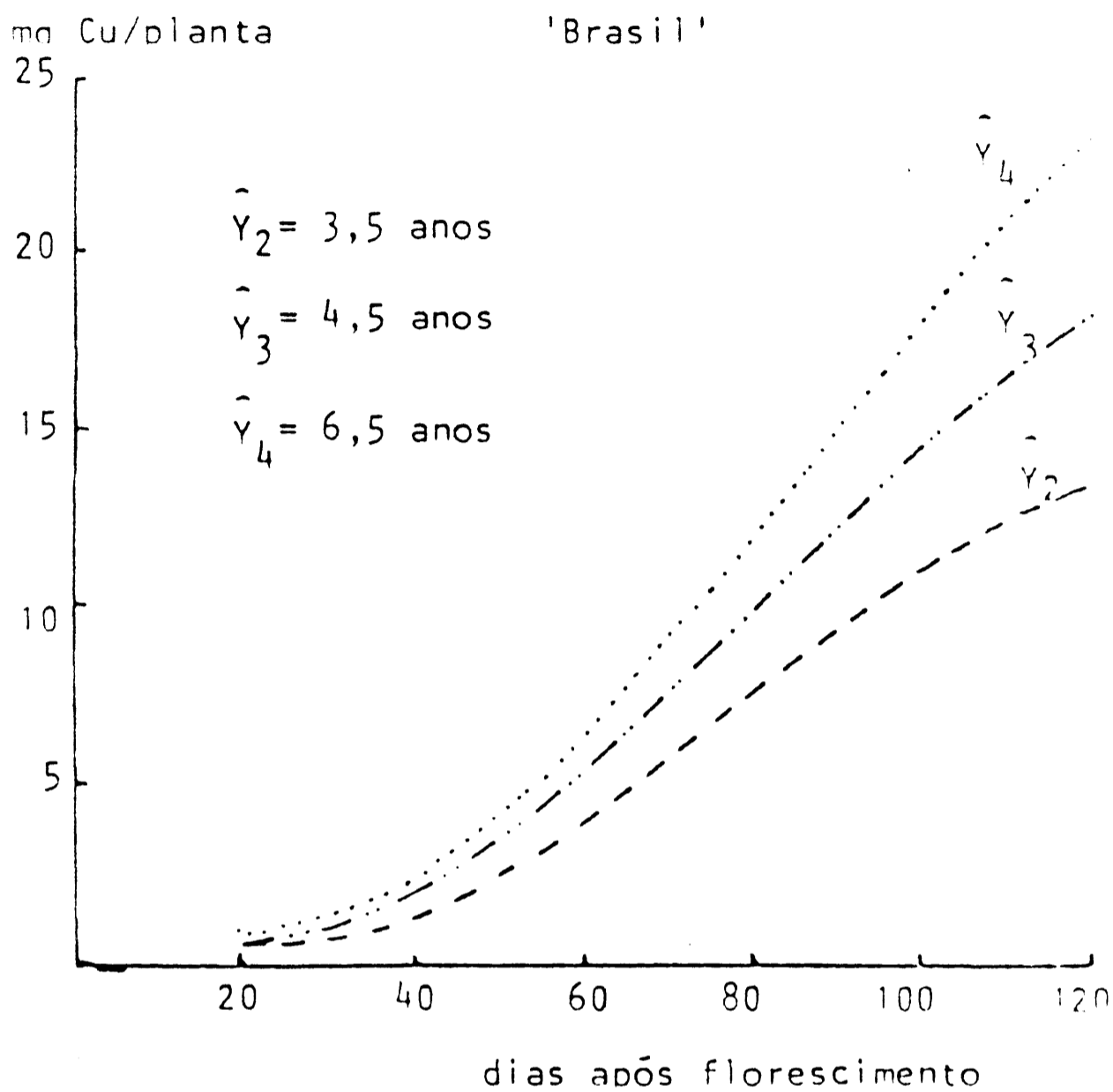
Frutos de macieira 'Brasil' acumularam ferro segundo equações de 2º grau em plantas com 3,5; 4,5 e 6,5 anos de idade.

Em macieiras 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos de idade produzindo 12,8 e 12,4 t/ha os acúmulos de Fe foram de 186,12 e 167,21 mg/planta, correspondendo a 112,79 e 101,33g/ha, respectivamente. Para HIROCE *et alii* (1979) observaram a



\hat{Y}_1	• Não significativo	
\hat{Y}_2	• $-1,9891 + 0,1021x$	($R^2 = 95,1$)
\hat{Y}_3	• $-1,4928 + 0,0763x + 0,000590x^2$	($R^2 = 99,1$)
\hat{Y}_4	• $-0,8267 + 0,0698x + 0,000659x^2$	($R^2 = 99,2$)

Figura 15 - Acúmulo de cobre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.



\hat{Y}_1 = Não significativo

$\hat{Y}_2 = 2,8313 - 0,2026x + 0,00502x^2 - 0,0000214x^3$ ($R^2 = 97,6$)

$\hat{Y}_3 = 2,2928 - 0,1768x + 0,00511x^2 - 0,0000207x^3$ ($R^2 = 98,6$)

$\hat{Y}_4 = 3,0540 - 0,2156x + 0,00597x^2 - 0,0000231x^3$ ($R^2 = 97,7$)

Figura 16 - Acúmulo de cobre pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieiras 'Brasil'.

Tabela 32 - Pontos estimados de máximo $a/$ e inflexão, de acúmulo de cobre (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto

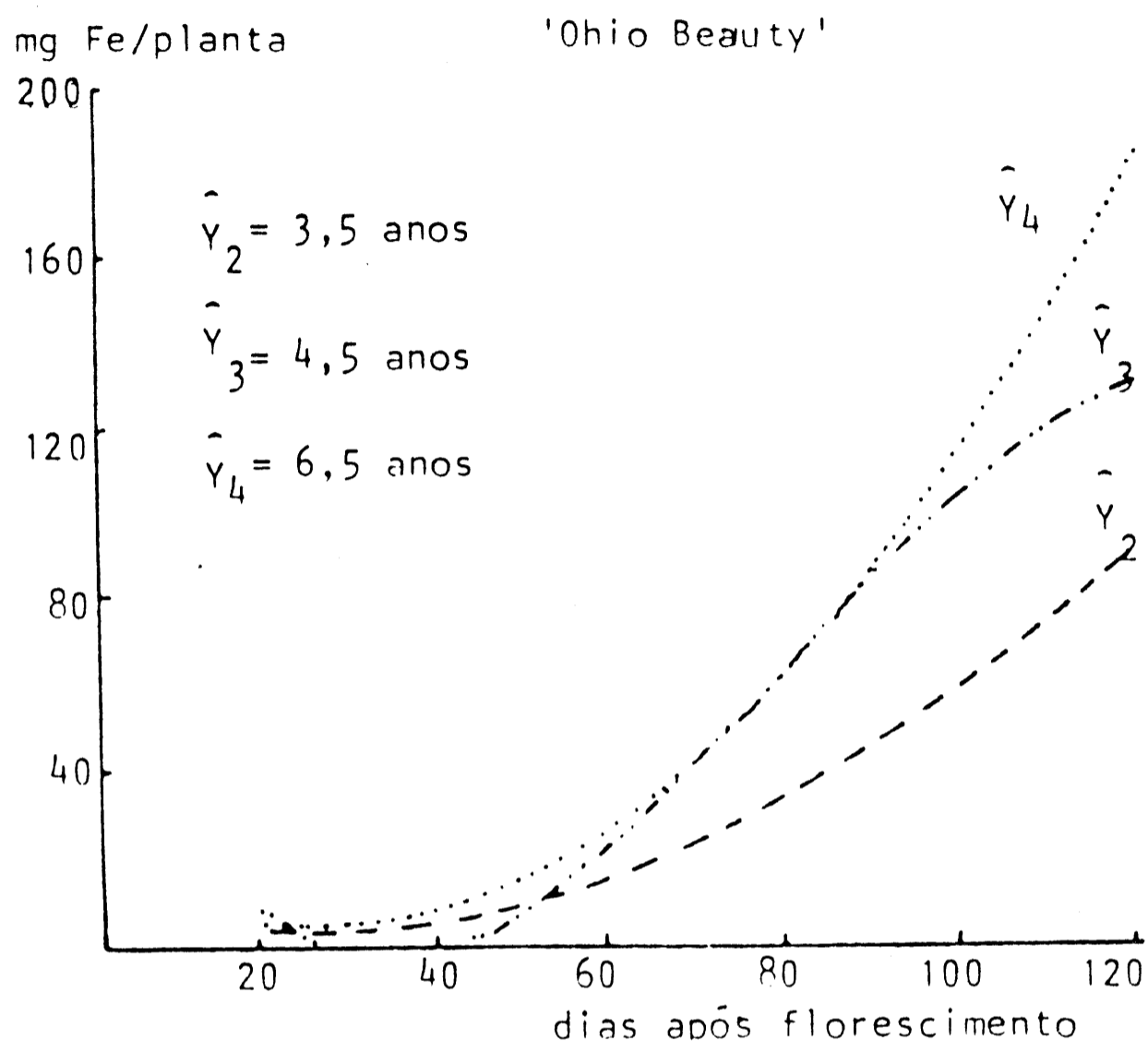
Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo		Inflexão	
		x	y	x	y
Ohio Beauty	3,5	120	10,27	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	16,16	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	17,04	-	-
Brasil	3,5	120	13,79	78	7,43
Brasil	4,5	120	19,44	-	-
Brasil	6,5	120	23,22	86	14,10

$a/$ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de cobre aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

Tabela 33 - Acúmulo de ferro (mg/planta) nos 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	0,25	1,54	2,58	2,56	0,25	1,64	1,72	2,48
40	1,40	9,36	13,60	16,06	0,88	8,84	11,87	14,66
60	1,37	14,55	19,34	24,96	1,19	16,57	22,34	28,74
80	2,05	26,73	42,20	54,00	2,24	31,58	38,74	53,65
100	5,06	71,17	129,09	130,50	5,33	76,53	101,38	123,74
120	6,70	89,55	125,43	181,63	7,76	102,93	140,27	161,74

d.m.s. V dentro de C dentro de I = 10,24; C dentro de V dentro de I = 14,99;
(Tukey 5%) I dentro de C dentro de C = 13,49.



\hat{Y}_1 = Não significativo
 $\hat{Y}_2 = 6,6767 - 0,4000x + 0,0093643x^2$ ($R^2 = 96,7$)
 $\hat{Y}_3 = 65,5300 - 4,3572x + 0,080646x^2 - 0,00033x^3$ ($R^2 = 91,9$)
 $\hat{Y}_4 = 17,9431 - 1,0550x + 0,02047x^2$ ($R^2 = 98,9$)

Figura 17 - Acúmulo de ferro pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.

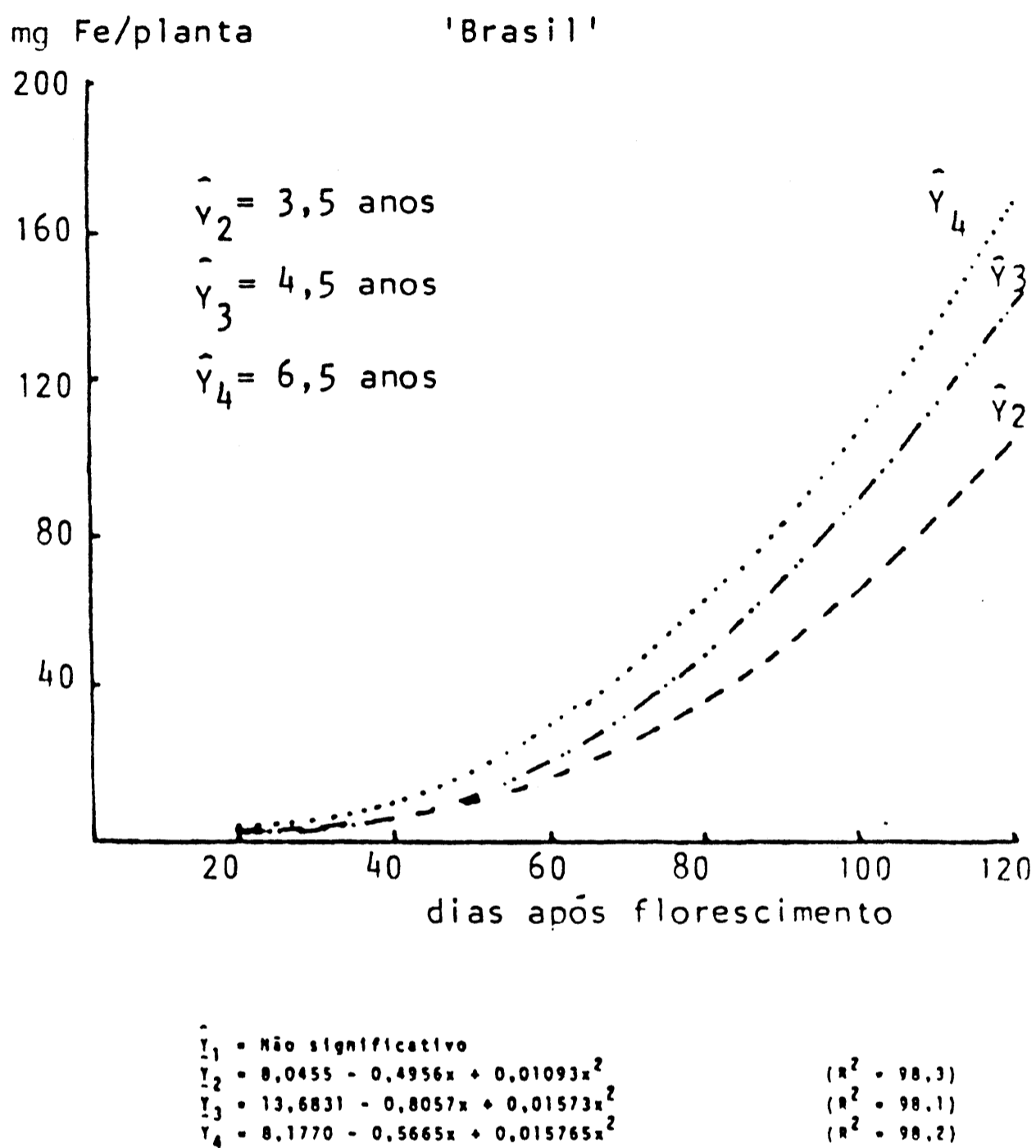


Figura 18 - Acúmulo de ferro pelos fritos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 34 - Pontos estimados de máximo $\frac{a}{}$ e inflexão, de acúmulo de ferro (mg/planta = 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	3,5	120	93,52	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	132,64	81	66,68
Ohio Beauty	6,5	120	186,12	-	-
Brasil	3,5	120	106,01	-	-
Brasil	4,5	120	143,53	-	-
Brasil	6,5	120	167,22	-	-

$\frac{a}{}$ Os pontos de máximo acúmulo, ultrapassaram a época de colheita, razão pela qual são citados os acúmulos de ferro aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

extração de 86,40 g Fe/ha e 110,4 g de Fe/ha por frutos dos cultivares 'Ohio Beauty' e 'Brasil'.

Zinco

Os valores de zinco acumulados por frutos dos dois cultivares em diferentes estádios de crescimento, encontram-se na Tabela 40. As acumulações de zinco foram afetadas pelo cultivar, idade do fruto, idade da planta e com interações cultivar x idade do fruto, cultivar x idade da planta e idade do fruto x idade da planta (Tabelas 41, 42, 43 e 44). Os frutos de 'Ohio Beauty' acumularam zinco segundo equações de regressão linear em plantas com 3,5 e 4,5 anos, sendo que o acúmulo de zinco por frutos de 'Ohio Beauty' com 6,5 anos adequou-se a uma equação quadrática. Os frutos de 'Brasil' com 3,5; 4,5 e 6,5 anos acumularam zinco segundo equações de regressão quadrática, linear e cúbica, respectivamente, ocorrendo o ponto de inflexão aos 82 dias após o florescimento (Figuras 20, 21 e Tabela 44). Frutos de 'Ohio Beauty' e 'Brasil' com 6,5 anos e com produção de 12 t/ha, extraíram 12,63 e 16,04 mg/Zn/ha, correspondendo a 7,65 g/ha e 9,72 g/ha, respectivamente. HIROCE *et alii* (1979) citaram extração de 2,4 g Zn/ha em ambos os cultivares, relacionados a uma produção de 12 t/ha.

CONCLUSÕES

As acumulações máximas de nutrientes nos frutos ocorrem entre 103 e 120 dias após o florescimento.

As épocas de máxima velocidade de acumulação (inflexão) de nutriente pelos frutos situam-se entre 59-100 dias após o florescimento.

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

Tabela 35 - Acúmulo de manganês (mg/planta) nos 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	0,04	0,18	0,31	0,34	0,04	0,28	0,29	0,37
40	0,26	1,83	2,24	3,08	0,18	1,94	2,12	3,04
60	0,21	2,68	3,14	4,35	0,27	3,48	4,76	4,82
80	0,23	3,53	4,53	7,24	0,31	4,82	7,39	8,67
100	0,50	5,70	8,05	10,09	0,53	6,49	9,80	11,67
120	0,50	6,30	9,64	11,78	0,77	9,15	12,08	17,65

Tabela 36 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de manganês nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	0,22	1,85	2,60	3,88	6,08	7,06
Brasil	0,24	1,82	3,33	5,30	7,12	9,91

d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de C = 0,93;
C dentro de V = 1,36.

Tabela 37 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de manganês nos frutos, resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I)

Cultivar	Idade da planta (anos)		
	1,5	3,5	4,5
Ohio Beauty	0,29	3,37	4,65
Brasil	0,35	4,36	6,07
			6,5

d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de I = 0,76;
I dentro de V = 1,00.

Tabela 38 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de manganês nos frutos dois dois cultivares, resultantes da interação idade do fruto x idade da planta (Cxi)

Idade do fruto (dias)	Idade da planta (anos)			
	1,5	3,5	4,5	6,5
20	0,04	0,23	0,30	0,36
40	0,22	1,88	2,18	3,06
60	0,24	3,08	3,95	4,59
80	0,27	4,18	5,96	7,95
100	0,51	6,10	8,92	10,88
120	0,64	7,73	10,86	14,72

d.m.s.
(Tukey 5%)

C dentro de I = 1,93;
I dentro de C = 1,74.

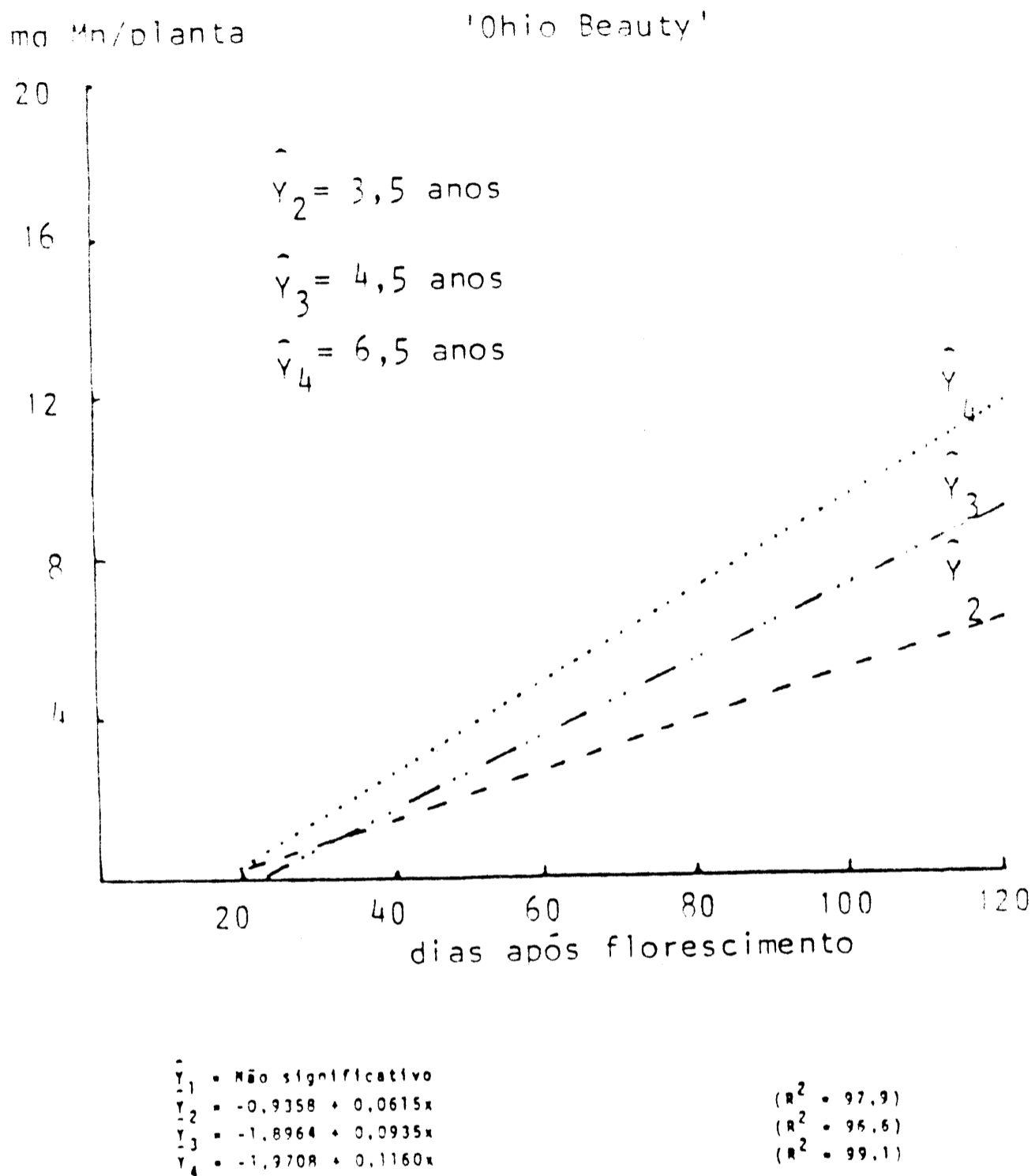
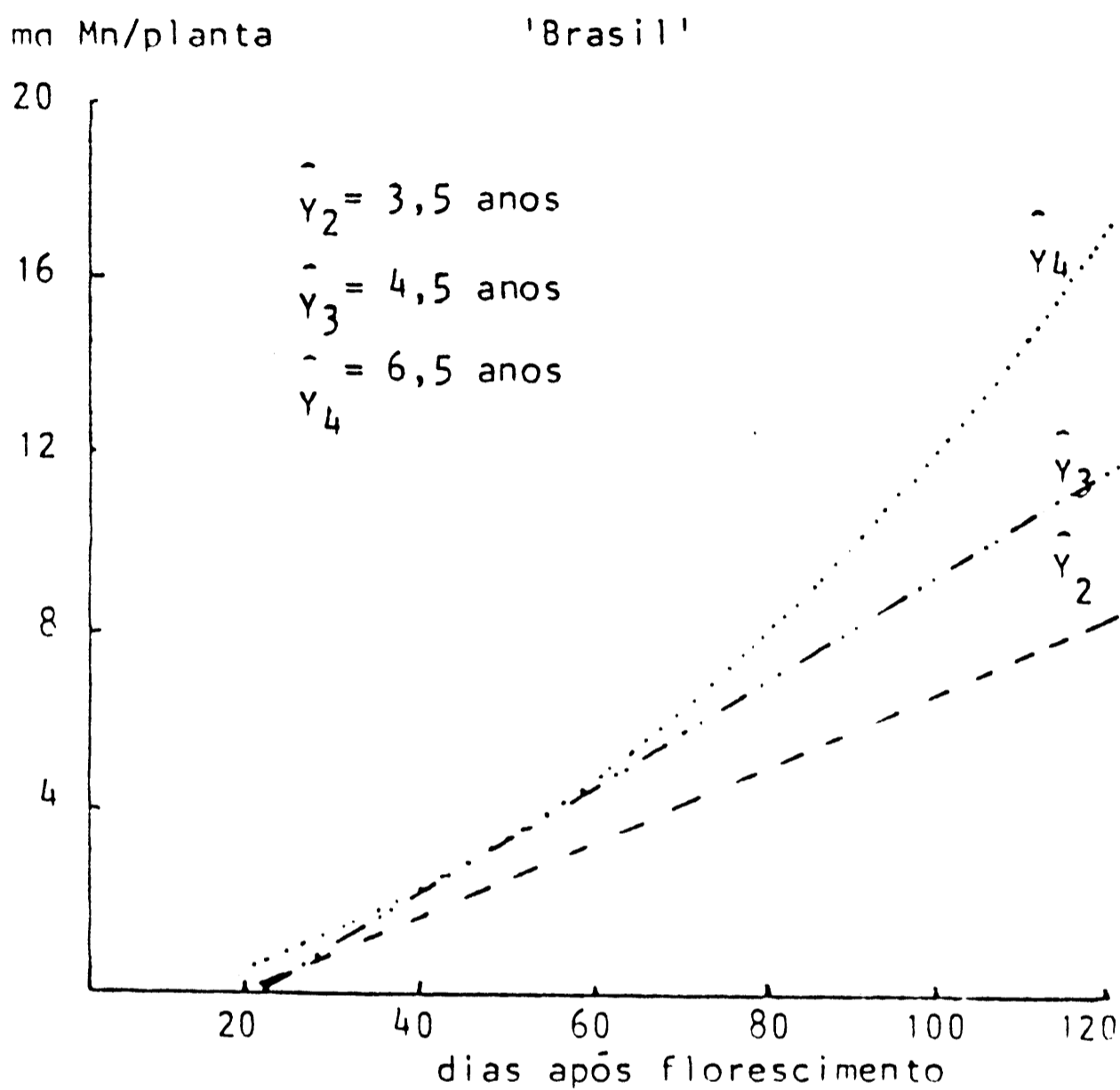


Figura 19 - Acúmulo de manganês pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.



\bar{Y}_1	• Não significativo	
\bar{Y}_2	• $-1,5745 + 0,0849x$	($R^2 = 98,7$)
\bar{Y}_3	• $-2,3855 + 0,1208x$	($R^2 = 99,8$)
\bar{Y}_4	• $-0,3344 + 0,0318x + 0,000958x^2$	($R^2 = 99,3$)

Figura 20 - Acúmulo de manganês pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

Tabela 39 - Pontos estimados de máximo $\frac{a}{y}$ acúmulo de manganês (mg/planta = y) pelos frutos, em função da idade (dias = x) do fruto

Cultivar	Idade da planta (anos)	Acúmulo máximo	
		x	y
Ohio Beauty	3,5	120	6,45
Ohio Beauty	4,5	120	9,32
Ohio Beauty	6,5	120	11,95
Brasil	3,5	120	8,60
Brasil	4,5	120	12,12
Brasil	6,5	120	12,27

$\frac{a}{y}$ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassam a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de manganês aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

Tabela 40 - Acúmulo de zinco (mg/fruto) nos 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	0,04	0,20	0,30	0,33	0,03	0,21	0,23	0,32
40	0,27	1,99	2,71	3,08	0,18	1,97	2,57	3,35
60	0,17	2,18	2,74	3,47	0,17	2,27	2,98	3,92
80	0,22	2,60	3,96	5,14	0,34	4,37	6,32	7,16
100	0,27	3,73	6,83	9,47	0,62	7,20	9,30	14,76
120	0,37	5,89	7,89	12,63	0,83	9,87	10,87	15,41

Tabela 41 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de zinco nos frutos resultantes da interação cultivar x idade do fruto (V x C)

Cultivar	Idade do fruto (dias)					
	20	40	60	80	100	120
Ohio Beauty	0,22	2,01	2,14	2,98	5,08	6,70
Brasil	0,20	2,01	2,34	4,55	7,97	9,25

d.m.s. (Tukey 5%) V dentro de C = 0,83; C dentro de V = 1,21.

Tabela 42 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de zinco nos frutos resultantes da interação cultivar x idade da planta (V x I)

Cultivar	Idade da planta (anos)		
	1,5	3,5	4,5
Ohio Beauty	0,22	2,77	4,07
Brasil	0,36	4,32	5,38
			6,5
			5,69
			7,49

d.m.s.
(Tukey 5%)

V dentro de I = 0,67; I dentro de V = 0,89

Tabela 43 - Médias dos acúmulos (mg/planta) de zinco nos frutos, 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	0,04	0,21	0,26	0,32
40	0,22	1,98	2,64	3,22
60	0,17	2,23	2,86	3,69
80	0,28	3,48	5,14	6,15
100	0,45	5,47	8,07	12,11
120	0,60	7,88	9,38	14,02

d.m.s.
(Tukey 5%)

C dentro de I = 1,71; I dentro de C = 1,54.

Tabela 44 - Pontos estimados de máximo $\frac{a}{}$ e inflexão, de acúmulo de zinco (mg/planta = 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	3,5	120	5,20	-	-
Ohio Beauty	4,5	120	7,75	-	-
Ohio Beauty	6,5	120	12,63	-	-
Brasil	3,5	120	9,91	-	-
Brasil	4,5	120	10,86	-	-
Brasil)	6,5	120	16,04	82	9,10

a/ Os pontos de máximo acúmulo ultrapassaram a época de colheita dos frutos, razão pela qual são citados os acúmulos de zinco aos 120 dias (época de colheita dos frutos).

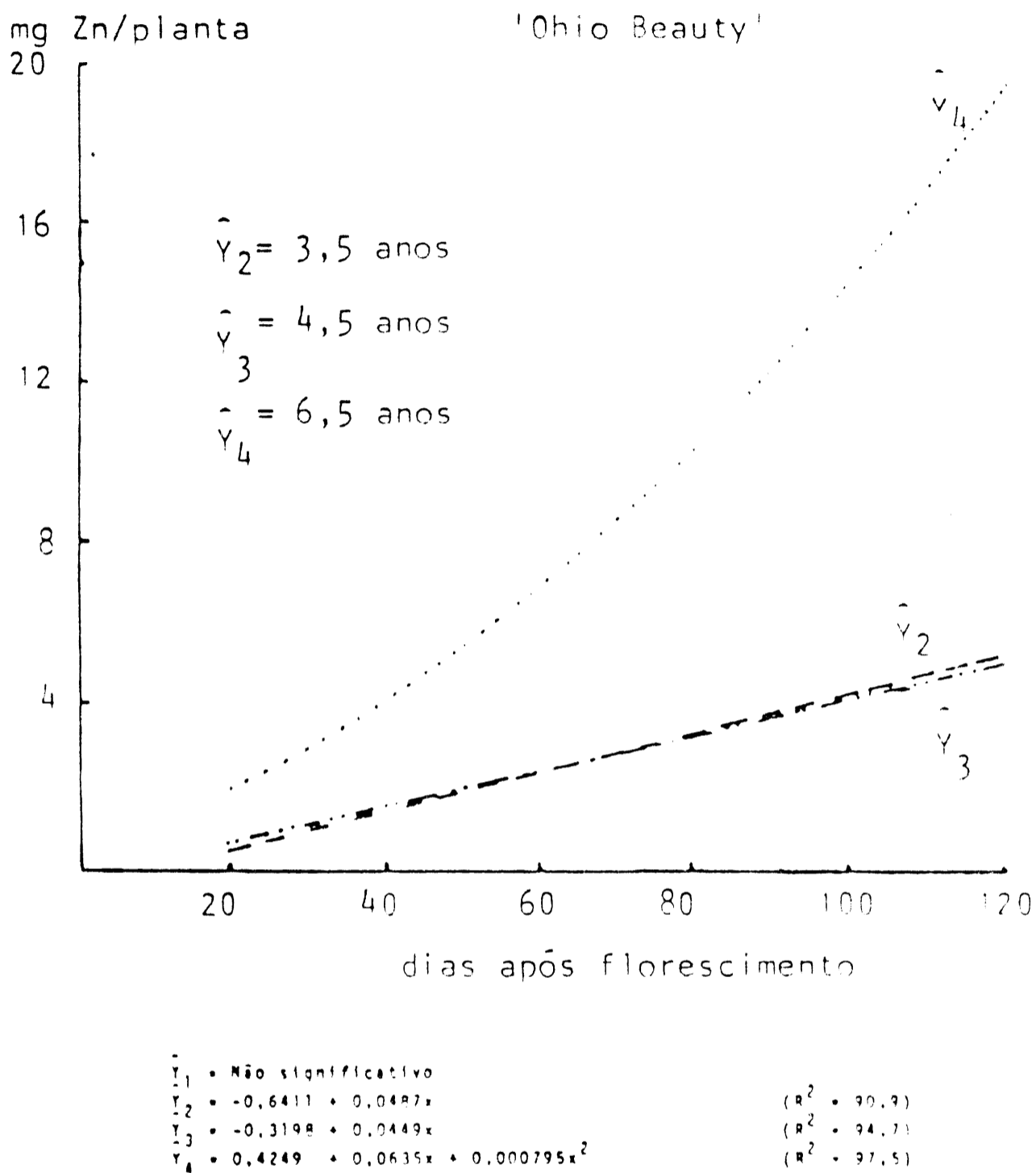


Figura 21 - Acúmulo de zinco pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Ohio Beauty'.

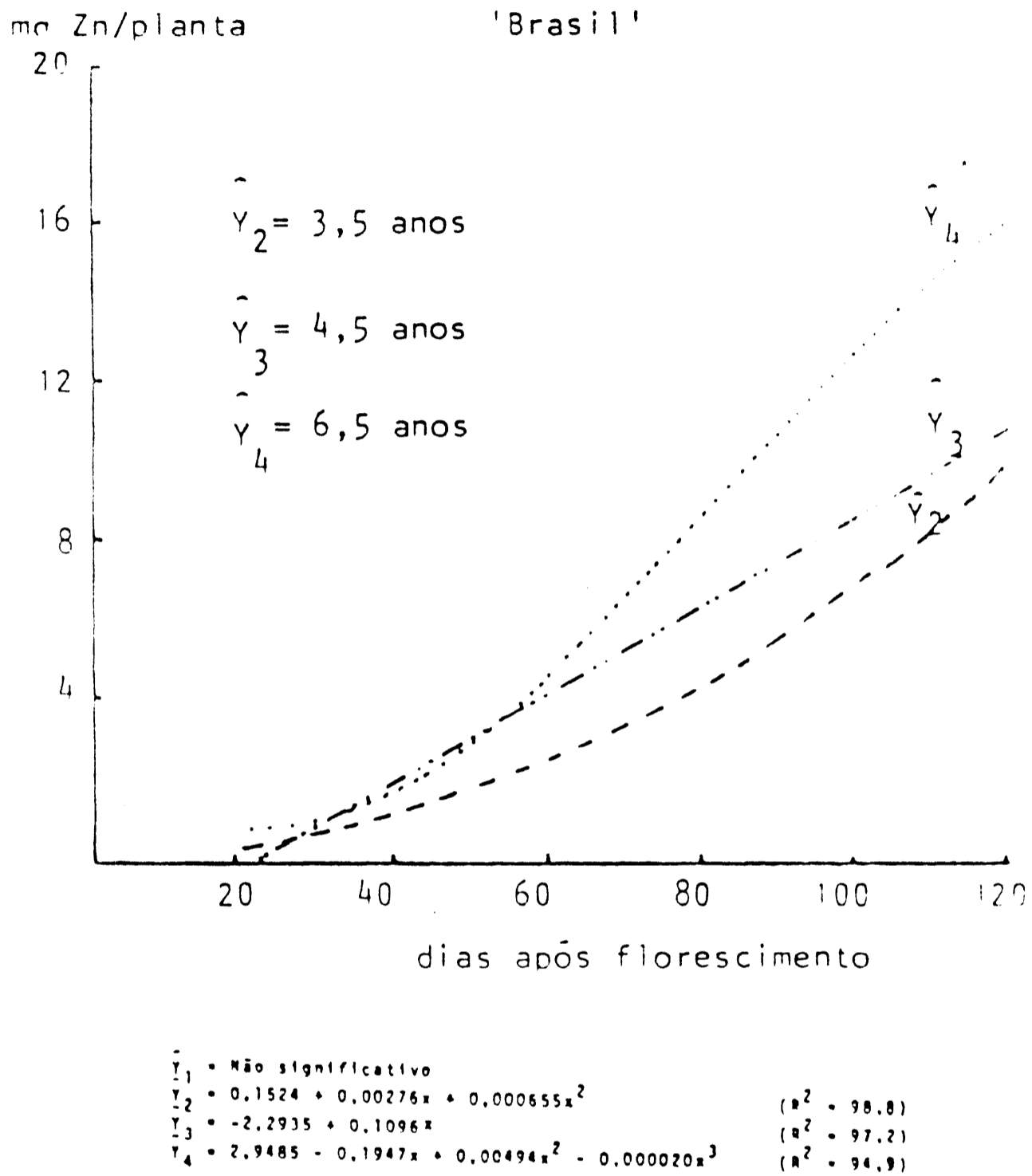


Figura 22 - Acúmulo de zinco pelos frutos em diferentes estádios de desenvolvimento, de macieira 'Brasil'.

SUMMARY

ACCUMULATION OF NUTRIENTS BY APPLE TREE FRUITS

A trial was conducted on Latossol Vermelho Escuro orto (Orthox) at Buri, State of São Paulo, in order to obtain informations concerning the extraction of nutrients by the fruits at different ages of the varieties 'Ohio Beauty' and 'Brasil'.

Fruits collected were 20, 40, 60, 80, 100, and 120 days old.

The material was collected from 'Ohio Beauty' and 'Brasil' apples grafeted on 'Doucin', 1-2; 3-4; 4-5 and 6 - 7 years old, and analysed for: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn contents.

Differences were observed between the two varieties concerning the fruit growth period.

The maximum accumulation of the nutrients by the fruits occurred at 103-120 days after the blooming stage.

The extraction of nutrients by the fruits obeyed the following order: K > N > P > S > Ca > Mg > Fe > B > Cu > Mn > Zn.

LITERATURA CITADA

- BATJER, L.P.; ROGERS, B.L. e THOMPSON, A.H., 1952. Fertilizer application as related to nitrogen phosphorus, potassium, calcium and magnesium utilization by apple trees. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **60**: 1-6.
- BURKE, T., 1969. Cultura da maçã, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Campinas, SP. Boletim Técnico nº 46.

- GREENHAM, D.W.P., 1976. The fertilizer requirements of fruit trees, The Fertilizer Society of London, Londres, 32p.
- HIROCE, R.; OJIMA, M.; GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; FURLANI, A.M.C., 1979. Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos sub-tropicais e temperados. Anais 5º Congresso Brasileiro de Fruticultura 1: 179-194.
- SÃO PAULO, 1977. Tabelas de adubação e calagem, Instituto Agrônomo, Secretaria da Agricultura, Campinas, SP, 196p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Esc. Sup. Agric. "Luiz Queiroz", USP, Piracicaba, SP. 56p.
- TRANI, P.E., 1980. Absorção, concentração de nutrientes e sintomatologia de carências em macieira (*Pyrus malus* L.), dissertação, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP, 216p.