

Absorção de Nutrientes por Quatro Cultivares de Morangueiro (*Fragaria spp.*)

Antonio Francisco Souza

Engenheiro Agrônomo
EMBRAPA

Prof. Dr. Henrique Paulo Haag
Orientador

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo
1976

A meus pais

pelos esforços empreendidos na minha formação,

À minha querida esposa Gracinha

pelo grande estímulo nas horas mais difíceis

e

Ao meu filho Marcelo Alexandre

pelo seu sorriso e sua graça de uma infância

desabrochante

D E D I C O

HOMENAGEM À ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
PELOS SEUS 75 ANOS DE EXISTÊN-
CIA.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Henrique Paulo Haag pela orientação prestada durante a execução do presente trabalho, o que possibilitou a realização do mesmo.

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Décio Barbin pelos esclarecimentos prestados na interpretação dos resultados das análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Rochelle pelos esclarecimentos prestados com relação aos aspectos botânicos dos cultivares.

Ao Eng^o-Agr^o Gilberto Diniz de Oliveira pela colaboração prestada nas análises químicas.

Ao Prof. Dr. Henrique Vianna de Amorim pela versão do resumo para o inglês.

Ao Eng^o-Agr^o Manuel Cláudio Motta Macedo pelas sugestões apresentadas na execução do trabalho.

À Bibliotecária Maria Elisabeth Ferreira de Carvalho pela colaboração na pesquisa bibliográfica.

Aos acadêmicos de agronomia da ESALQ, Carlos Augusto Baroni de Carvalho e Herminia Emília Prieto Martinez pelo auxílio prestado nos trabalhos de laboratório.

Ao Departamento de Agricultura e Horticultura pela conceção do material agronômico e da área experimental.

Ao Departamento de Solos e Geologia pela execução das análises de terra.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela oportunidade concedida.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP, pela acolhida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida.

Antonio Francisco de Souza

Nascido em 1940, em Vitória do Mearim no Estado do Maranhão. Concluiu o Curso de Engenheiro-Agrônomo pela Escola de Agronomia da Amazônia, no ano de 1967, em Belém do Pará, tendo exercido a função de pesquisador nas áreas de Fertilidade do Solo e Fitotecnia no Instituto de Pesquisas Agropecuárias da Amazônia Ocidental, em Manaus-Amazonas de 1969 a 1973. Pósgraduou-se em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo em 1976. Atualmente exerce a função de pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

I N D I C E

	Pag.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	16
4.1 - Crescimento	16
4.2 - Macronutrientes	26
4.2.1 - Nitrogênio	26
4.2.2 - Fósforo	35
4.2.3 - Potássio	44
4.2.4 - Cálcio	54
4.2.5 - Magnésio	63
4.2.6 - Enxofre	72
4.3 - Micronutrientes	80
4.3.1 - Boro	80
4.3.2 - Cobre	90
4.3.3 - Ferro	98
4.3.4 - Manganês	106
4.3.5 - Zinco	114
4.4 - Produção	122
4.5 - Extração e Exportação dos Nutrientes	127
5. RESUMO E CONCLUSÕES	131
6. SUMMARY AND CONCLUSIONS	136
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140

LISTA DAS TABELAS

TABELA		Pag.
1	Determinações Químicas da Camada Arável do Solo ...	9
2	Distribuição Hídrica e Temperatura do Ar no Município de Piracicaba (SP)	10
3	Produção de matéria seca pelos órgãos dos cultivares em g/planta e em kg/ha em função do estágio de desenvolvimento das plantas	19
4	Concentração e quantidade de nitrogênio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	29
5	Concentração e quantidade de fósforo nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	38
6	Concentração e quantidade de potássio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	47
7	Concentração e quantidade de cálcio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	56
8	Concentração e quantidade de magnésio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	63
9	Concentração e quantidade de enxofre nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	74
10	Concentração e quantidade de boro nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	83

11	Concentração e quantidade de cobre nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	92
12	Concentração e quantidade de ferro nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	100
13	Concentração e quantidade de manganês nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	108
14	Concentração e quantidade de zinco nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas	116
15	Produção acumulativa de frutos em função da idade dos cultivares. Média de duas repetições	124
16	Quantidades máximas de macronutrientes extraídas em kg/ha pelos órgãos dos cultivares	128
17	Quantidades máximas de micronutrientes extraídas em g/ha pelos órgãos dos cultivares	129

LISTA DAS FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Regressões representativas da acumulação de matéria seca pelos caules dos cultivares em g/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	20
2	Regressões representativas da acumulação de matéria seca pelas folhas dos cultivares em g/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	21
3	Regressões representativas da acumulação de matéria seca pelos frutos dos cultivares em g/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	22
4	Regressão representativa da absorção média de nitrogênio pelos caules dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	30
5	Regressão representativa da absorção média de nitrogênio pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	31
6	Regressão representativa da absorção média de nitrogênio pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	33
7	Regressão representativa da absorção de fósforo pelos caules dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	39
8	Regressões representativas da absorção de fósforo pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	40
9	Regressões representativas da absorção média de fósforo pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	41
10	Regressões representativas da absorção de potássio pelos caules dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	48

21	Regressões representativas da absorção de enxofre pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	77
22	Regressões representativas da absorção de boro pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	84
23	Regressões representativas da absorção de boro pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	85
24	Regressões representativas da absorção de boro pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	86
25	Regressões representativas da absorção de cobre pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	93
26	Regressões representativas da absorção de cobre pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	94
27	Regressões representativas da absorção de cobre pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	95
28	Regressões representativas da absorção de ferro pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	101
29	Regressões representativas da absorção de ferro pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	102
30	Regressões representativas da absorção de ferro pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X)	103

21	Regressões representativas da absorção de enxofre pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	77
22	Regressões representativas da absorção de boro pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	84
23	Regressões representativas da absorção de boro pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	85
24	Regressões representativas da absorção de boro pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	86
25	Regressões representativas da absorção de cobre pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	93
26	Regressões representativas da absorção de cobre pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	94
27	Regressões representativas da absorção de cobre pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	95
28	Regressões representativas da absorção de ferro pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	101
29	Regressões representativas da absorção de ferro pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	102
30	Regressões representativas da absorção de ferro pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	103

31	Regressões representativas da absorção de manganês pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	109
32	Regressões representativas da absorção de manganês pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	110
33	Regressões representativas da absorção de manganês pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	111
34	Regressões representativas da absorção de zinco pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	117
35	Regressões representativas da absorção de zinco pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	118
36	Regressões representativas da absorção média de zinco pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\bar{Y}) em função da idade (X)	119
37	Regressões representativas da produção de frutos dos cultivares em g/planta (\bar{Y}) em função da idade (X)	125

1. INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria spp.*) cultivado comercialmente, é considerado como a mais importante das chamadas frutas pequenas, e sua cultura acha-se bastante desenvolvida em vários países, especialmente nos de clima temperado. Contribuem para isso, seu sabor atrativo, boa produtividade e sua riqueza em vitaminas, destacando-se a vitamina C.

A ampla distribuição mundial do morangueiro é atribuída a três fatores, que segundo Darow (1937) citado por BOYCE & MATLOCK (1966) são: a) introdução de cultivares de consistência firme como a Wilson por volta de 1847, a qual se adaptou às mais diferentes condições; b) a habilidade em crescer ao nível do mar, até altitudes aproximadamente de 3.660 m, e em regiões úmidas ou secas com grande varia-

ção no fotoperiodismo; c) suas excelentes qualidades culinárias e sua utilização no início do verão, quando ainda poucas frutas estão disponíveis.

Maior rendimento, qualidade dos frutos e importância econômica da cultura nos EEUU, segundo BOYCE & MATLOCK (1966), foram os fatores que mais impulsionaram as investigações no campo da nutrição, e amplos esforços tem sido concentrados nesta área, todavia uma atenciosa revisão de literatura mostrará que há muita contradição nesse assunto. Isto não surpreende, considerando-se as extensões de variação de clima e de solos em que se encontra o cultivo do morangueiro e também dado ao grande número de cultivares.

No Brasil, muito embora seja relevante a importância econômica que desfruta a cultura do morangueiro, esta deve-se em sua grande parte ao metucioso trabalho de melhoramento criando híbridos, que produzem até 35 toneladas por ha (¹), graças às pesquisas desenvolvidas por Camargo a partir de 1947, seguindo-se então, os trabalhos experimentais de adubação e correção do solo e outros tratamentos para diversos municípios do Estado de São Paulo que reúnem condições ecológicas favoráveis à cultura, o que veio possibilitar o estabelecimento e expansão em bases racionais, contribuindo assim de maneira positiva para que o cultivo desta frutífera atingisse outros Estados, como assinalam CAMARGO (1973) e FILGUEIRAS (1972). Não obstante estes esforços, são poucos ou quase inexistentes no campo da nutrição mineral, trabalhos de pesquisa envolvendo cultivares nacionais de morangueiro.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as prováveis diferenças que possam existir na acumulação dos nutrientes e outras variáveis relacionadas com os cultivares: Campinas

(¹) Produção total.

(IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530), Montê Alegre (IAC-3113) e SH-2, que constituem o material agronômico recomendado para plantios no Brasil, nos seguintes aspectos:

- 1) produção de matéria seca;
- 2) acumulação dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) em função dos estádios de desenvolvimento dos cultivares;
- 3) produção de frutos pelos cultivares;
- 4) exportação dos nutrientes pelos cultivares.

Com isto espera-se que algumas das informações obtidas possam ser úteis com relação à época mais recomendada para a aplicação dos nutrientes, emprego de níveis mais adequados segundo as exigências dos cultivares, podendo ainda, contribuir para a orientação de futuros trabalhos vinculados à diagnose nutricional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Concentração dos Nutrientes

Embora o morangueiro tenha sido amplamente estudado, a existência de trabalhos específicos relacionados à nutrição mineral envolvendo aspectos como extração e concentração dos nutrientes ligados à produção têm recebido pouca atenção, e para as nossas condições, esses dados praticamente são inexistentes.

Dos macronutrientes, o N e o K parecem ser os nutrientes mais estudados, porém, os efeitos individuais do primeiro e suas interações com outros elementos essenciais à nutrição do morangueiro são bastante contraditórias como assinalam BOYCE & MATLOCK (1966). As divergências nos resultados são atribuídas entre outros, a fatores co-

mo clima, solo e cultivares como citam BOULD & CATLOW (1954). ANDERSON (1963), menciona que o N é o segundo elemento em ordem de importância para a nutrição do morangueiro, cuja absorção é realizada continuamente desde o plantio até o final da colheita. JOHANSON & WALKER (1963), encontraram teores entre 1,31% e 2,24% nas folhas de morangueiro sob efeito dos tratamentos completo e omissão de N em condições de solução nutritiva. Enquanto isso, JOHN et alii (1975), mencionam que nas condições de campo as concentrações de N em diferentes épocas de amostragem variam de 2,25% a 4,15% ⁽²⁾ nas folhas, e de 2,71% a 3,02% entre os cultivares. BOULD (1964), cita como teores deficiente e adequado valores de concentração de N menores do que 2,5% e maiores do que 3,0% durante o florescimento.

Com relação ao P e ao K segundo HOLUBOWICZ (1969), concentrações mais altas nas folhas foram encontradas por ocasião do florescimento, este fato é confirmado por JOHN et alii (1975), que registraram teores de 0,35% e 2,45% respectivamente para P e K no estágio de florescimento, decrescendo porém na fase de maturação. Segundo BOULD (1964), o teor adequado de P na floração deve ser maior do que 0,3% nas folhas; já no caso do K deve ser maior do que 2,0%, enquanto BRADFIELD (1975), estudando a relação entre concentração de K e produção no morangueiro, encontrou teores entre 1% e 3% na concentração desse nutriente nas folhas.

Quanto ao Ca, encontrou-se poucas informações na literatura. JOHANSON & WALKER (1963), citam como níveis normais e deficientes nos tratamentos completo e omissão de Ca, valores de 0,38% e 1,9% ⁽³⁾ nas folhas, em estudo realizado em condições de solução nutri

⁽²⁾ Concentração é sempre expressa em função da matéria seca, salvo indicação em contrário.

⁽³⁾ Dados recalculados.

tiva. Em condições de campo JOHN et alii (1975), mencionam que as concentrações de Ca nas folhas foram mais altas no início do florescimento (1,0 a 0,95%) e no final do ciclo (0,95 a 1,07%).

De acordo com BOULD (1964), as exigências do morangueiro pelo Mg são baixas, e com base em trabalho experimental, propõe quatro faixas para valores de concentração de Mg em folhas recentemente maduras no estágio de frutificação: menor do que 0,6% sintomas de deficiência com redução no crescimento e na produção; de 0,06% a 0,1% alta possibilidade de resposta à aplicação de Mg; de 0,10% a 0,15% faixa marginal; maior do que 0,15% corresponde ao nível de luxo, onde não há resposta à aplicação de Mg.

Dados sobre a concentração de S em morangueiro são quase inexistentes na literatura e somente JOHN et alii (1975) é que fazem referência a este nutriente nas folhas, quando afirma que as concentrações de S decrescem rapidamente durante a floração (0,18% a 0,16%) e frutificação (0,15% a 0,12%) permanecendo relativamente estáveis durante o verão.

As informações referentes aos micronutrientes de uma maneira geral são bem restritas e segundo WEBB & HALLAS (1966), a concentração média dos micronutrientes determinados nas folhas de morangueiro nas condições de solução nutritiva apresentaram uma faixa de variação de 6,2 ppm a 8,2 ppm para o Cu; 50,3 ppm a 82,2 ppm para o Fe; 129 ppm a 175 ppm para o Mn e 58,8 ppm a 72,7 ppm para o Zn. Trabalhando nas condições de campo JOHN et alii (1975) mencionam teores médios nas folhas variando entre cultivares de 33,5 ppm a 40,2 ppm para o B; 8,1 ppm a 8,8 ppm para o Cu; 129,0 ppm a 144,0 ppm para o Fe; 136,0 ppm a 199,0 ppm para o Mn; 21,0 ppm a 23,0 ppm para o Zn. Como se observa, os dados de concentração mencionados por JOHN et alii (1975), de

certa forma aproximam-se bastante dos valores citados por WEBB & HALLAS (1966), principalmente com relação a Cu, Fe e Mn.

Extração de Nutrientes

Valores de exportação de nutrientes pelo morangueiro são raros, tanto para os macro como para os micronutrientes. Todavia, em termos relativos predominam as informações referentes à concentração dos nutrientes. Com relação à extração de macronutrientes, RAZUMNAYA (1973), estimou os seguintes parâmetros em kg/ha ⁽⁴⁾ para os morangueiros com produção de 2.500 kg/ha: 47 kg a 56 kg de N; 9 kg a 14 kg de P e 41 kg a 51 kg de K. Para os micronutrientes, as únicas informações sobre extração são encontradas em WEBB & HALLAS (1966), que mencionam as seguintes extrações médias pelas folhas: 97,00 µg a 220,00 µg para o Cu; 1,05 µg a 6,02 µg para o Fe; 2,07 µg a 4,56 µg para o Mn e 1,52 µg a 850,00 µg para o Zn.

⁽⁴⁾ Dados recalculados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, em área experimental pertencente ao Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", de Piracicaba, USP. O solo da área pertence ao grande grupo Terra Roxa Estruturada (Comissão de Solos, 1960) e à série "Luiz de Queiroz", segundo RANZANI et alii (1966). Cabe ressaltar que este solo vem sendo cultivado intensamente com hortaliças por mais de 25 anos consecutivos e os resultados da análise química encontram-se na Tabela 1.

O município de Piracicaba localiza-se na região Sudeste do Estado de São Paulo e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: Latitude S: 22°41'31"; Longitude WG: 47°38'01"; Altitude; 540 m (Enc. dos Municípios Brasileiros, 1957).

Tabela 1 - Determinações Químicas da Camada Arável do Solo.

Amostras de solo nos canteiros dos cultivares	pH	Carbono	Teor trocável em e.mg/100 g de T.S.F.A.					
			PO_4^{3-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H^+
CAMPINAS (IAC-2712)	5,3	1,68	2,43	0,54	13,12	3,20	0,19	6,56
CAMANDUCAIA (IAC-3350)	5,3	2,97	2,70	0,54	12,88	2,96	0,19	6,56
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	5,6	2,43	2,97	0,42	11,44	2,48	0,16	4,96
SH - 2	6,2	0,93	0,40	0,68	6,16	2,32	0,06	1,92

Interpretação dos resultados analíticos segundo CATANI & JACINTHO (1974) = pH - acidez média; carbono - alto; PO_4^{3-} - alto; K^+ - alto; Ca^{2+} - alto; Mg^{2+} - alto; Al^{3+} trocável - baixo; H^+ protons alto.

De acordo com SETZER (1946), o clima é do tipo mesotérmico Cwa subtropical úmido com estiagem no inverno, onde o total das chuvas do mês mais seco não atingem 30 mm e a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C, e a do mês mais frio é inferior a 18°C.

Dados meteorológicos, precipitação pluviométrica e temperatura do ar referente ao período de execução do experimento no ano agrícola de 1975/76 são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição Hídrica e Temperatura do Ar no Município de Piracicaba, SP. ^{a/}

Período (Meses)	Precipitação Pluviométrica		Temperatura Média do Ar	
	1975/1976 °C	Média de 54 anos mm	1975/1976 °C	Média de 53 anos mm
Março	32,9	132,4	24,8	23,1
Abril	37,3	60,8	23,2	21,1
Maio	11,3	46,6	19,1	18,4
Junho	não houve precipitação	40,6	17,4	17,0
Julho	39,6	23,6	16,4	16,7
Agosto	não houve precipitação	28,8	22,1	18,5
Setembro	55,1	60,4	22,6	20,4
Outubro	98,0	104,5	24,3	21,5

a/ Dados da Estação Climatológica do Departamento de Física e Meteorologia e Bol. Técnico Científico nº 36, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

Três dos quatro cultivares de morangueiro (*Fragaria spp*) empregados neste trabalho, foram obtidos a partir dos trabalhos experimentais executados pela Seção de Hortaliças de Frutas do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Campinas, referentes à competição de 61 cultivares e cerca de 2.500 híbridos realizados desde 1941 nas Estações Experimentais de Campinas, Monte Alegre do Sul e Jundiá, representando o material agronômico recomendado para regiões de cultivo do morangueiro do Estado de São Paulo, cultivares cujas características são as seguintes, de acordo com CAMARGO (1968, 1973):

CAMPINAS (IAC-2712): obtido na Seção de Hortaliças de Frutas em 1955, do cruzamento entre os cultivares norte-americanos Donner e Tathol. A produção é boa e precoce, formando-se os frutos fora das folhas, o que facilita a colheita. Morango grande, saboroso, cônico, regularmente alongado, com "pescoço", firme, coloração vermelha-rosada-brilhante externamente e rosa internamente. Cada planta produz após o término da frutificação em média 14 mudas, o cálice destaca-se facilmente do fruto. Apresenta boa tolerância à murcha verticilar (*Verticillium albo-atro* Reinke e Berthold) e à antracnose (*Colletotrichum fragariae* Brooks). Produz por metro quadrado de 2 a 4 kg de frutos frescos.

CAMANDUCAIA (IAC-3530): obtido na Estação Experimental de Monte Alegre do Sul do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Campinas, em 1960, pelo cruzamento entre os cultivares CAMPINAS (IAC-2712) e o Híbrido 2008. Apresenta boa produtividade, é precoce e os frutos são regularmente protegidos pelas folhas e de bom tamanho. O morango é cônico bem alongado, com "pescoço" de boa firmeza e bom sabor. Possui coloração vermelha-rosada externamente e rosa internamente. A ponta do fruto demora amadurecer, o cálice é bem grande e se destaca facilmente. Este cultivar é regularmente susceptível. Cada planta produz em média

15 mudas. Apresenta regular tolerância à murcha verticilar (*Verticillium albo-atro* Reinke e Berthold) e fraca tolerância à antracnose (*Colletotrichum fragariae* Brooks). Produz por metro quadrado de 2 a 4 kg de frutos frescos.

MONTE ALEGRE (IAC-3113): obtido na Seção de Hortaliças de Frutos em 1959, pelo cruzamento entre os cultivares CAMPINAS (IAC-2712) e o Híbrido IAC-2747. Segundo CAMARGO (1973), este cultivar é o que tem apresentado a mais elevada produção entre todas as variedades testadas. É precoce e os seus frutos são bem protegidos pelas folhas. O morango é de médio desenvolvimento, cônico, firme, coloração vermelha brilhante na parte externa e vermelha internamente, levemente adocicado e regularmente ácido. Produz após a frutificação em média 22 mudas. É tolerante às moléstias das folhas. Apresenta regular tolerância à murcha verticilar (*Verticillium albo-atro* Reinke e Berthold) e boa tolerância à antracnose (*Colletotrichum fragariae* Brooks). Produz por metro quadrado 2,5 a 5 kg de frutos frescos.

SH-2: segundo Carbonari (1971), citado em CARBONARI (1973), é muito produtivo e tardio, os frutos são de tamanho médio formando-se fora das folhas, o morango é cônico, de sabor adocicado, é de coloração vermelha-rosa internamente. De acordo com o mesmo autor, este cultivar foi encontrado em Cabreúva, Estado de São Paulo, pelo Prof. Dr. Tosiaki Kimoto ⁽⁵⁾ sendo originário do Japão, tendo sido introduzido no Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba-SP, em 1965.

Utilizou-se mudas oriundas de estolhos, as quais foram enviveirados previamente no espaçamento 25 cm x 5 cm para um me-

(⁵) Atualmente Professor na Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu - SP.

lhor desenvolvimento do sistema radicular, segundo as recomendações de CAMARGO (1973). Decorridos trinta dias as mudas foram transplantadas com torrão ao local definitivo no espaçamento de 0,25 x 0,25 cm em 4 canteiros medindo 20 m x 1,25 m cada um.

No preparo dos canteiros, o solo foi revolvido com um microtrator à profundidade de 12 cm. Fez-se a incorporação de esterco de cavalo bem curtido na proporção de 10 kg/m². A adubação química foi aplicada no fundo dos sulcos, recebendo em cobertura uma camada de terra após o que, efetuou-se o plantio. As quantidades de esterco e de fertilizantes aplicados na adubação foram sempre as mesmas para todos os cultivares.

Os fertilizantes empregados foram: sulfato de amônio (20% N), superfosfato triplo (20% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O) que foram aplicados no fundo do sulco nas seguintes quantidades: sulfato de amônio 10 g/m de sulco; superfosfato triplo 10 g/m de sulco; cloreto de potássio 10 g/m de sulco.

Trinta dias após o plantio, efetuou-se uma aplicação em cobertura com 10 g de sulfato de amônio por planta.

Para prevenir-se da ocorrência de manchas das folhas produzidas pelo fungo *Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau, efetuou-se pulverizações com benlate (6) a 0,07% por 8 vezes, sendo quatro por ocasião das mudas no viveiro e quatro após o plantio no local definitivo em períodos de 7 dias.

Plantas para análise foram coletadas ao acaso, tomando-se sempre em cada colheita, um total, no mínimo, de 4 plantas, representando cada planta uma repetição. A primeira amostragem deu-se aos 76 dias após o transplante ao local definitivo, e as demais em perío

(6) Metil 1 (butil-carbamoil) - 2-benzimidazol-carbamato.

dos regulares de 20 dias, até uma redução acentuada da produção total de frutos.

Após cada coleta, as plantas foram lavadas com água destilada em seguida com água desmineralizada e separadas em caules (pecíolos + coroa), folhas e frutos; postos a secar em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 80°C e sendo analisadas quimicamente para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, seguidos os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

Considerou-se a produção de matéria seca nos frutos em g/planta nas quatro épocas após o transplante (aos 156, 176, 196 e 216 dias) acumulativa, adicionando-se a produção obtida aos 116 dias àquela obtida aos 156 dias, e essa soma à produção aos 176 dias, procedendo-se desta maneira até a última produção aos 216 dias. O mesmo critério foi tomado com relação à produção de frutos frescos.

O delineamento estatístico foi de blocos inteiramente casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições (PIMENTEL GOMES, 1973) de modo que cultivares e épocas foram analisados conjuntamente segundo um esquema de "split-plot" onde os cultivares e as épocas foram colocados em parcelas e sub-parcelas respectivamente.

Os dados foram analisados para:

- análise da variância global referente às quantidades acumuladas (em g, mg e µg/planta respectivamente) de matéria seca, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn das partes amostradas individualmente;
- ajustes de curvas de regressão para as quantidades acumuladas de matéria seca. N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn pelos órgãos dos cultivares em função de épocas e os respectivos pontos de máxima e de inflexão. A escolha das curvas recaiu sempre so-

bre aquela cujo componente mais elevado foi significativo (5% de probabilidade). Os pontos de máxima foram obtidos pela substituição das raízes da equação diferencial de 1.^a ordem na equação principal e os pontos de inflexão pela resolução da diferencial de 2.^a ordem.

Em todos os casos em que a acumulação de matéria seca ou de nutrientes nos órgãos foi expressa por regressão linear, considerou-se como ponto de máxima, a última época em dias correspondente à maior quantidade acumulada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Crescimento

Os dados referentes ao crescimento das plantas traduzidos pela acumulação de matéria seca nos órgãos dos cultivares em função das diferentes épocas foram determinados em g dos órgãos/planta, e também estimados em kg/ha, e encontram-se expressos na Tabela 3.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas são expostas a seguir:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em g de matéria seca nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgão	1	1.287,40	1.287,40	42,02**
Cultivares	3	341,16	113,71	3,72*
Órgão x Cultivares	3	52,64	17,54	0,58
Resíduo (a)	24	735,33	30,64	

Parcelas	31	2.416,33		

Épocas	3	5.788,13	1.929,37	69,65**
Órgãos x Época	3	417,29	139,10	5,03**
Cultivares x Época	9	623,57	69,29	2,50*
Órgão x Cult. x Época	9	157,50	17,51	0,62
Resíduo (b)	72	1.994,41	27,71	
TOTAL	127	11.397,43		

Os cultivares diferiram entre si na acumulação de matéria seca, tanto em relação a caules e folhas, como em relação aos frutos.

A interação de cultivares com épocas, foi significativa, indicando uma dependência entre cultivares e épocas de produção de matéria seca. Em vista disso, efetuou-se o desdobramento através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cada cultivar, o que possibilitou obter a expressão matemática do crescimento para os diferentes órgãos dos cultivares.

A análise da regressão sugere que as curvas que descrevem a produção de matéria seca nos cultivares, correspondem a regressões do 1º, 2º e 3º grau e se encontram expressas nas Figuras 1, 2 e 3.

B) Análise da variância conjunta das quantidades em g de matéria seca nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	674,38	224,79	5,66*
Resíduo (a)	12	475,89	39,66	

Parcelas	15	1.150,27		

Épocas	3	1.798,32	599,44	119,93**
Cultivares x Época	9	238,22	56,47	5,29**
Resíduo (b)	36	179,94	5,00	
TOTAL	63	3.366,75		

Observando-se as Figuras 1 e 3, verifica-se que a acumulação de matéria seca nos caules e nos frutos em todos os cultivares foi contínua, comportando-se segundo uma regressão linear. Este fenômeno pode ser explicado pela transferência de compostos fotossintetizados ao nível das folhas para serem acumulados nos caules e frutos. Fato semelhante foi observado por HAAG et alii (1973), em cultivares de maracujá na faixa dos 280 dias aos 370 dias, e por THOMAZ (1975), na cultura do espinafre na faixa de 45-120 dias. A maior produção de matéria seca nos caules situa-se na faixa que vai dos 76 aos 116 dias e para os frutos dos 116 dias aos 156 dias. A acumulação de matéria seca nas folhas (Figura 2) pelos cultivares Campinas (IAC-2712), Monte Alegre (IAC-3113), comportou-se seguindo regressões do 2º e 3º grau, tendo o cultivar Camanducaia (IAC-3530), mostrado uma tendência à forma sigmóide para acumulação de matéria seca. BRADFIELD (1970), menciona que a produção de matéria seca total em três cultivares de morangueiro, aumentou segundo uma curva sigmóide normal, do plantio em junho até me

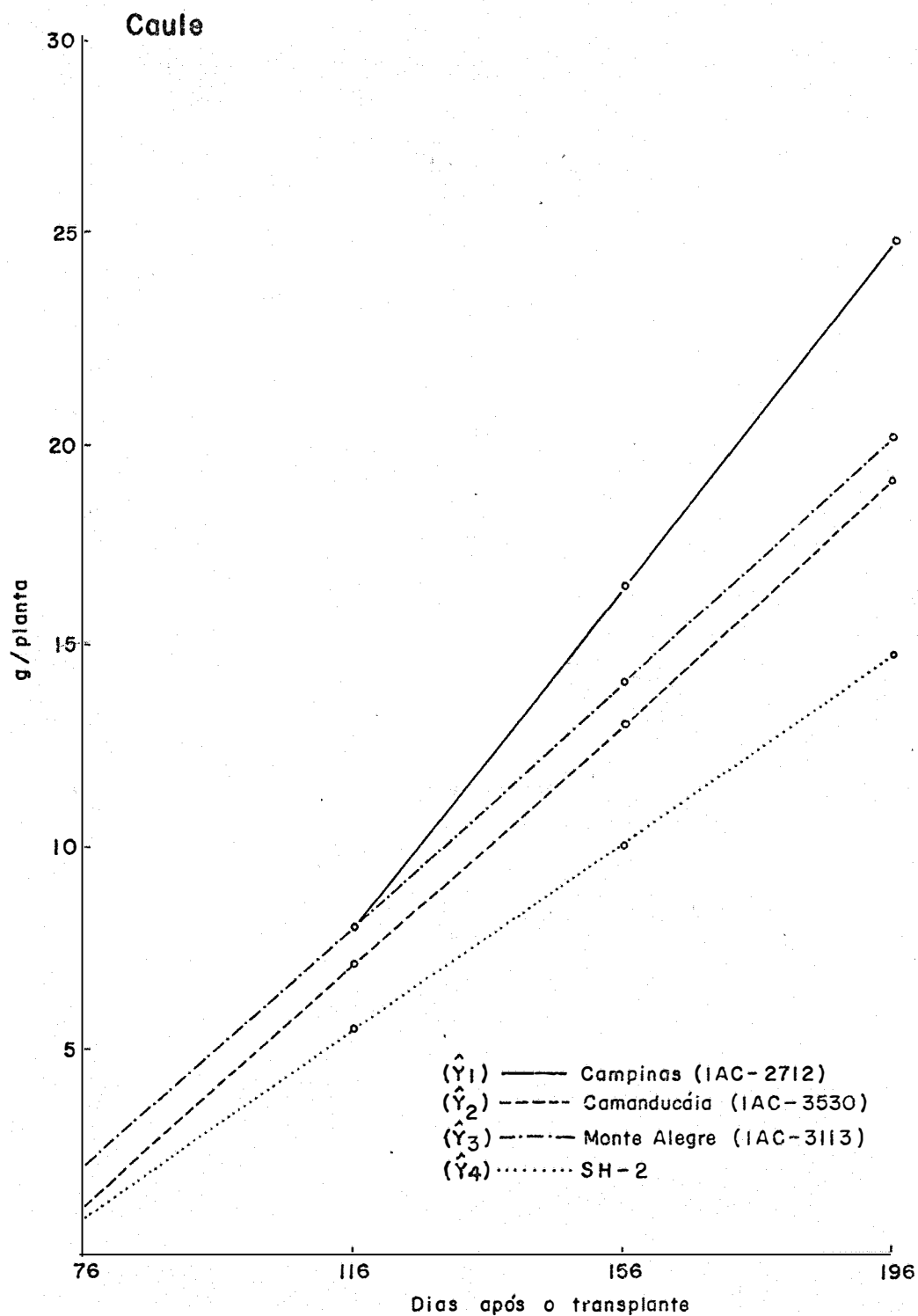
Tabela 3. Produção de matéria seca pelos órgãos dos cultivares em g/planta e em kg/ha em função do estágio do desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	M A T É R I A S E C A											
		75				115				150			
		g/pl	kg/ha*	g/pl	kg/ha*	g/pl	kg/ha*	g/pl	kg/ha*	g/pl	kg/ha*	g/pl	kg/ha*
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	1,56	234	6,41	962	16,14	2421	25,50	3937	27,24	4086	31,80	4770
	folha	6,41	962	10,55	1598	23,75	3563	31,39	4709	29,69	4454	39,14	5871
	fruto	—	—	1,52	228	7,06	1059	12,20	1830	15,06	2259	20,31	3047
	total	7,97	1196	16,58	2788	46,95	7043	69,17	10376	71,99	10799	91,25	13686
CAMAROCUAIA (IAC-3550)	caule	1,24	196	7,86	1179	10,36	1554	20,34	3051	21,46	3219	19,76	2764
	folha	6,74	1011	14,17	2126	27,95	4193	29,55	4208	25,24	3766	41,66	6249
	fruto	—	—	2,70	405	8,93	1347	14,61	2192	18,00	2700	23,29	3494
	total	7,98	1197	24,73	3710	47,23	7094	63,00	9451	64,70	9705	84,71	12707
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	3,42	513	8,34	1251	11,97	1796	12,60	1920	21,45	3210	14,29	2234
	folha	10,50	1575	18,68	2832	23,05	3456	22,65	3398	19,53	2925	30,89	4634
	fruto	—	—	1,98	297	4,52	678	11,36	1704	21,34	3201	25,31	3797
	total	13,92	2088	29,20	4380	39,51	5932	46,81	7022	61,62	9244	71,09	10665
SH-2	caule	1,57	236	6,81	1022	6,65	1029	14,65	2168	17,34	2601	20,06	3022
	folha	5,48	822	14,05	2108	16,51	2487	25,92	3886	19,52	2929	32,64	4896
	fruto	—	—	—	—	3,03	450	7,72	1158	9,62	1443	11,66	1749
	total	7,05	1058	20,86	3130	26,41	3966	47,69	7154	46,48	6972	64,36	9567

* Calculado para uma população de 150.000 plantas

Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S.(Tukey 5%) = 6,94

Épocas dentro de cultivares em relação a frutos - D.M.S.(Tukey 5%) = 4,26



$$\hat{Y}_1 = -16,672 + 0,216 X$$

$$(r^2=0,97)$$

$$\hat{Y}_2 = -11,232 + 0,157 X$$

$$(r^2=0,93)$$

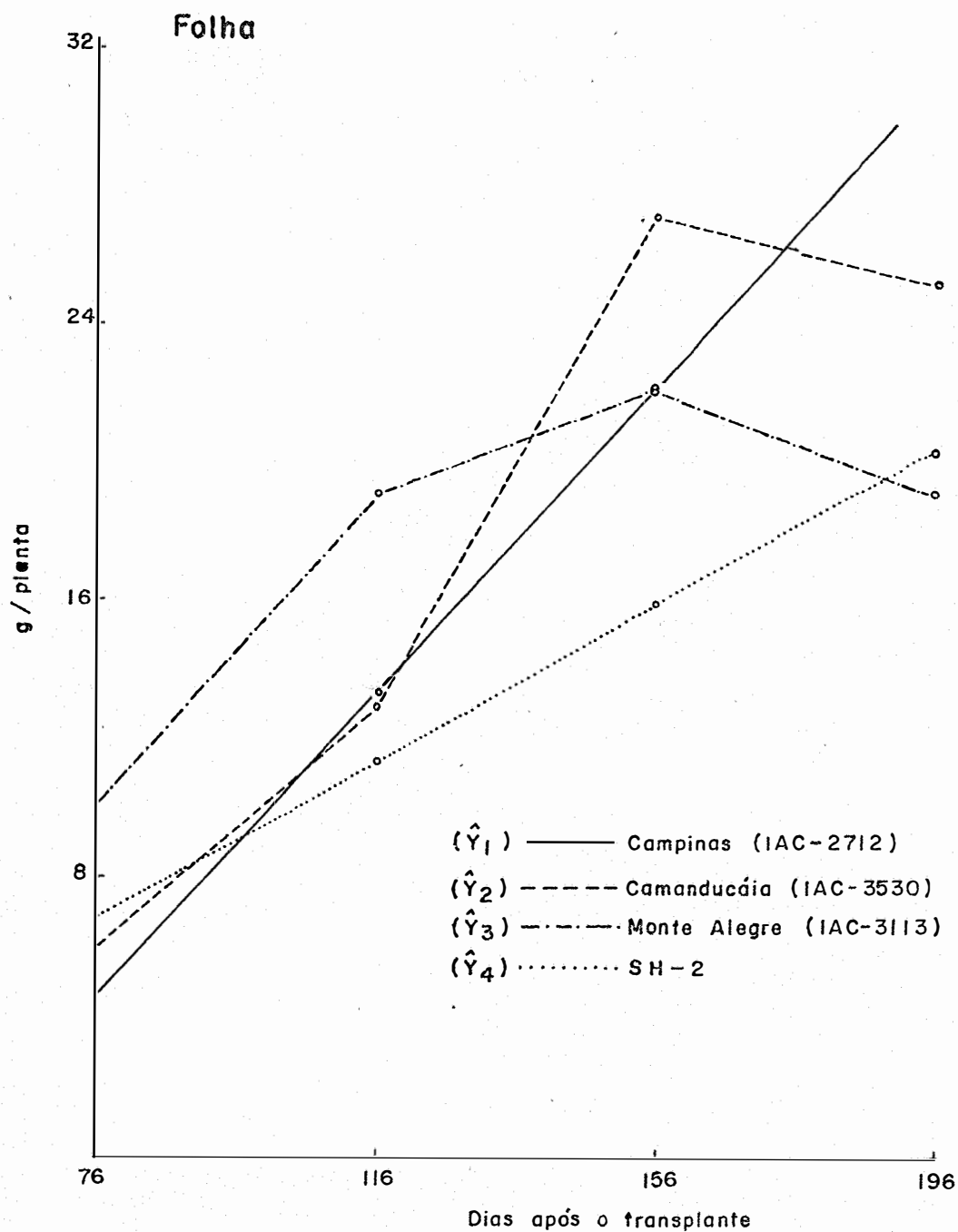
$$\hat{Y}_3 = -8,317 + 0,144 X$$

$$(r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_4 = -0,796 + 0,118 X$$

$$(r^2=0,85)$$

Fig. 1 - Regressões representativas da acumulação de matéria seca pelos caules dos cultivares em g/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



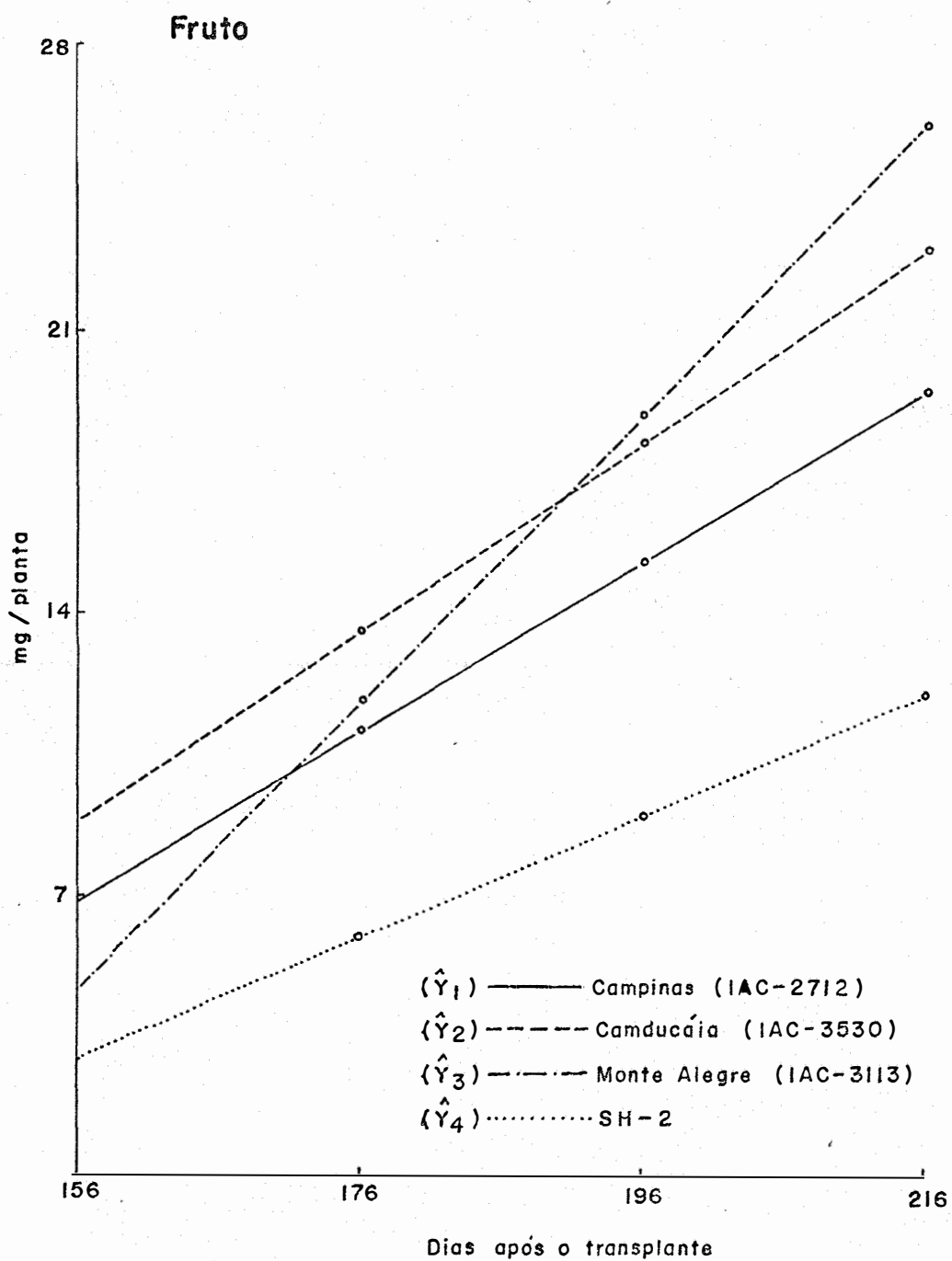
$$\hat{Y}_1 = -10,578 + 0,207 X \quad (r^2=0,96)$$

$$\hat{Y}_2 = 91,937 - 2,502 X + 22,690 \cdot 10^{-3} X^2 - 59,501 \cdot 10^{-6} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = -24,618 + 0,609 X - 19,719 \cdot 10^{-4} X^2 \quad (r^2=0,98)$$

$$\hat{Y}_4 = -1,276 + 0,111 X \quad (r^2=0,90)$$

Fig. 2 - Regressões representativas da acumulação de matéria seca pelas folhas dos cultivares em g/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= -26,007 + 0,213 X & (r^2=0,99) \\ \hat{Y}_2 &= -26,879 + 0,231 X & (r^2=0,99) \\ \hat{Y}_3 &= -0,620 + 0,362 X & (r^2=0,97) \\ \hat{Y}_4 &= -0,179 + 0,139 X & (r^2=0,94) \end{aligned}$$

Fig. 3 - Regressões representativas da acumulação de matéria seca pelos frutos dos cultivares em g/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

dos de dezembro e logo decresceu até meados de abril do ano seguinte, quando alcançou um rápido acréscimo até a colheita em julho. Segundo o mesmo autor, 75% da matéria seca total foi produzida em 8 meses, na faixa que vai do florescimento à colheita, que de certa forma concorda com os resultados obtidos no presente trabalho.

Um ligeiro decréscimo no ritmo de crescimento das folhas com redução no seu peso de matéria seca foi observada nos cultivares Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), entre os 156 dias e os 196 dias, e pode ser explicado como sendo devido a uma maior translocação dos carboidratos e outros compostos elaborados nas folhas, para os frutos, resultando em consequência uma maior acumulação de matéria seca nestes órgãos, como pode ser visto pelas quantidades máximas acumuladas por esses cultivares nos frutos, uma vez que o morangueiro não apresenta grandes perdas de folhas, provocando uma redução acentuada no peso da matéria seca à medida que se aproxima o final do ciclo. Fenômeno semelhante ocorre em outras culturas como: o quiabo, cravo, algodão, espinafre, milho e batatinha conforme mencionam COSTA et alii (1972), FERNANDES et alii (1972), SARRUGE et alii (1963), THOMAZ (1975), ANDRADE (1975) e MACEDO (1976). Os cultivares Campinas (IAC-2712) e SH-2 mostraram uma acumulação contínua em todas as idades de desenvolvimento.

A produção máxima de matéria seca nos órgãos, assim como aquela quantidade que corresponde à época em que a taxa de acumulação de matéria seca é máxima, são apresentados em seguida.

Valores do ponto de máxima em dias, quantidade máxima em g de matéria seca nos órgãos por planta e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (g/planta)		Ponto de Inflexão (dias)	
	caule	folha fruto	caule	folha fruto	caule	folha fruto
Campinas (IAC-2712)	196	196	25	30	20	75
Camanducaia (IAC-3530)	196	173	19	30	23	72
Monte Alegre (IAC-3113)	196	154	19	22	26	67
SH-2	196	196	15	20	12	47

De acordo com os dados pode-se constatar que todos os cultivares atingiram o ponto de máxima para os caules aos 196 dias, com quantidades máximas acumuladas variando entre 15 g a 25 g de matéria seca, destacando-se entre os demais o cultivar Campinas (IAC-2712). Nas folhas a produção máxima de matéria seca entre cultivares variou entre 20 g e 30 g, sendo o cultivar Monte Alegre (IAC-3113) o mais precoce atingindo o ponto de máxima aos 154 dias enquanto o cultivar Camanducaia (IAC-3530) o excedeu em 19 dias, e quanto à sua maturação pode ser considerado como intermediário, já que os cultivares mais tardios atingiram o ponto de máxima aos 196 dias, este cultivar apresentou sua maior taxa de acumulação aos 127 dias, enquanto os demais teoricamente não o apresentaram. Em relação aos frutos, as quantidades máximas acumuladas pelos diversos cultivares estão variando entre 12 g a 26 g de matéria seca, sendo que a menor quantidade foi acumulada pelo cultivar SH-2, todos os cultivares atingiram o ponto de máxima aos 216 dias.

Os cultivares que mais acumularam matéria seca tanto nos órgãos separadamente como na planta inteira, foram Campinas (IAC-2712) e Camanducaia (IAC-3530). A menor acumulação coube ao cultivar SH-2.

A água, um dos fatores limitantes do crescimento e conseqüentemente da produção de matéria seca, representada pelas chuvas, mostrou uma distribuição um tanto irregular em relação à média dos últimos 53 anos no período compreendido entre maio e agosto de 75-76, como mostram os dados da Tabela 2. Essa irregularidade na distribuição das chuvas coincidiu também com os estádios de floração e frutificação, porém a possível deficiência hídrica foi corrigida através de irrigações por infiltração, procurando-se assim manter o solo ao nível da

umidade a fim de que o crescimento das plantas não fosse comprometida. MEYER et alii (1970), mencionam que para a maioria das espécies vegetais, um teor de umidade no solo próximo da capacidade de campo é o mais favorável para o crescimento.

BRADFIELD (1970), trabalhando em condições de solução nutritiva, menciona taxas máximas de acumulação de matéria seca total no morangueiro, variando entre 0,23 e 0,47 g/dia entre os cultivares sob um suprimento de água de 390 ml/dia.

As quantidades máximas totais de matéria seca em g/dia produzidas pelos cultivares estudados variaram entre 0,33 e 0,53 g/dia concordando com aqueles encontrados por BRADFIELD (1970).

4.2 - Macronutrientes

4.2.1 - Nitrogênio

Os valores da concentração e as quantidade de N nos órgãos dos cultivares acham-se expressos na Tabela 4.

As análises da variância conjunta das partes vegetativa e reprodutiva, apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em mg de N nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	3.410.193,64	3.410.193,64	189,35**
Cultivar	3	105.031,96	35.010,66	1,88
Órgãos x Cultivar	3	34.254,16	11.418,06	0,62
Resíduo (a)	24	448.855,26	18.702,30	-

Parcelas	31	3.998.335,02		

Épocas	3	2.127.292,38	709.097,46	45,37**
Órgãos x Época	3	450.917,76	150.305,93	9,62**
Cultivar x Época	9	258.094,39	28.677,15	1,84
Órgão x Cult. x Época	9	157.986,77	17.554,09	1,12
Resíduo (b)	72	1.125.458,74	15.631,37	
TOTAL	127	8.118.085,06		

B) Análise da variância conjunta das quantidades em mg de N nos frutos dos cultivares.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	361.843,83	120.614,61	5,57*
Resíduo (a)	12	259.898,31	21.658,20	

Parcelas	15	621.742,14		

Épocas	3	783.143,98	261.048,00	44,79**
Cultiv. x Época	9	86.892,51	9.654,73	1,65
Resíduo (b)	36	209.831,85	5.828,66	
TOTAL	63	1.701.610,38		

Os cultivares não diferiram na absorção do N em relação a caules e folhas, porém diferiram em relação aos frutos.

A interação de cultivares com épocas, não foi significativa para a absorção do N, tanto em relação a caules e folhas como em relação aos frutos; isto mostra que os cultivares independem das épocas para absorver preferencialmente o nutriente. Em vista disto ajustou-se apenas uma equação de regressão, expressando a absorção média do nutriente por órgão para todos os cultivares. A análise da regressão mostrou que as curvas que descrevem a absorção do nutriente nos órgãos, correspondem a regressões do 1º e 2º grau, e encontram-se representadas nas Figuras 4, 5 e 6.

A absorção do N em caules e frutos comportou-se seguindo uma equação linear, enquanto o comportamento seguido pelas folhas foi curvilíneo.

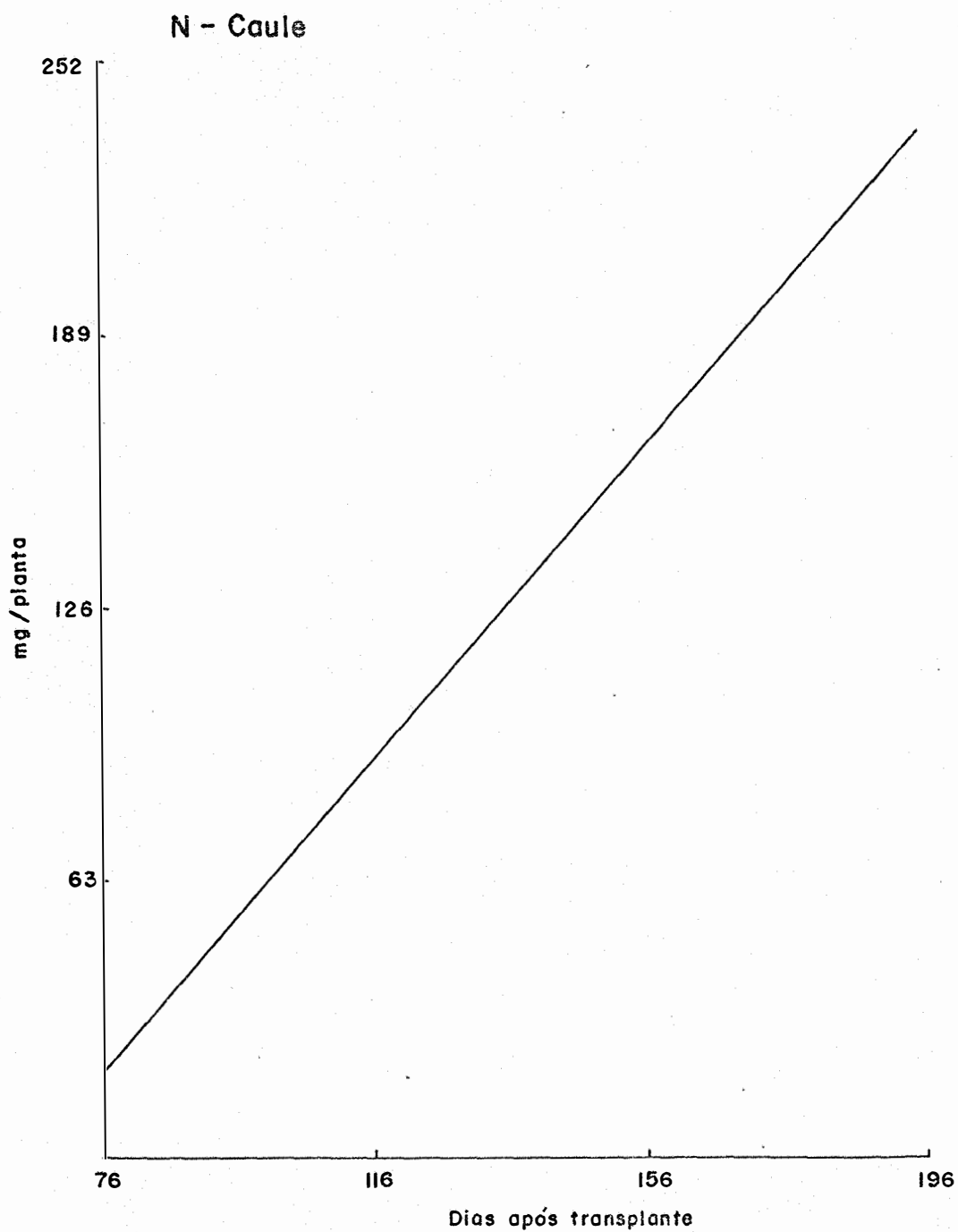
Tabela 4. Concentração e quantidade de nitrogênio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	NITROGÊNIO																			
		DIAS APÓS O T R A N S P L A N T E				156				176				196				216			
		g/g	kg/ha*	%	mo/pl	g/g	kg/ha*	%	mo/pl	g/g	kg/ha*	%	mo/pl	g/g	kg/ha*	%	mo/pl	g/g	kg/ha*	%	mo/pl
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	0,67	10,43	1,59	101,76	15,26	1,27	202,60	30,54	1,35	339,35	50,90	1,10	295,75	44,55	0,59	305,90	45,89			
	folha	2,43	157,04	3,06	325,57	48,84	2,66	635,76	95,07	2,55	799,83	119,97	2,61	769,86	115,33	2,53	1012,10	151,82			
	fruto	—	—	2,11	32,07	4,81	1,78	132,02	19,80	2,15	256,57	38,49	2,55	409,20	60,03	1,45	292,30	43,84			
	total	167,47	25,12	459,42	68,91	1355,75	209,36	1464,82	219,72	1610,30	241,55										
CARAMOUCAIA (IAC-3530)	caule	0,89	10,94	1,64	1,27	100,40	15,06	1,18	121,47	16,22	1,27	259,93	38,89	1,20	249,94	37,49	1,22	243,58	36,09		
	folha	2,15	142,72	3,03	426,95	64,04	2,77	782,82	117,42	2,76	768,90	115,33	2,66	552,20	97,83	2,82	1177,65	176,65			
	fruto	—	—	2,28	61,56	9,23	2,25	201,39	30,21	2,26	321,65	48,25	2,63	466,78	70,01	2,16	504,88	75,73			
	total	153,66	23,04	586,91	88,33	1105,68	165,85	1350,48	202,47	1523,11	238,47										
FORTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	0,56	18,90	2,84	1,26	105,41	15,81	1,25	151,84	22,79	1,20	152,55	22,80	1,11	237,89	35,69	1,06	156,21	23,73		
	folha	2,18	225,60	3,84	2,56	475,20	71,20	2,57	585,51	88,42	2,56	579,02	86,85	2,53	481,35	72,20	2,46	732,74	112,91		
	fruto	—	—	2,04	40,39	6,06	2,17	97,39	14,61	2,40	278,15	41,72	2,41	515,36	77,30	1,65	416,11	62,42			
	total	244,50	36,68	621,60	93,15	838,74	125,81	1009,72	151,45	1234,60	185,19	1322,66	199,06								
S--2	caule	0,74	11,60	1,74	1,37	91,73	13,76	1,34	85,42	13,41	1,34	187,48	28,12	1,11	137,67	20,18	1,08	222,34	33,35		
	folha	2,35	128,22	3,15	462,22	69,33	2,89	496,96	74,55	2,85	736,11	110,41	2,41	463,20	69,46	2,42	780,69	117,13			
	fruto	—	—	—	—	—	1,67	57,89	8,68	2,10	147,89	22,19	2,66	262,72	39,41	1,83	219,05	32,66			
	total	139,82	20,97	553,95	83,09	644,27	96,64	1071,48	160,72	913,79	137,07	1222,28	183,54								

* Calculado para uma população de 150.000 plantas

Diferenças em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 82,44

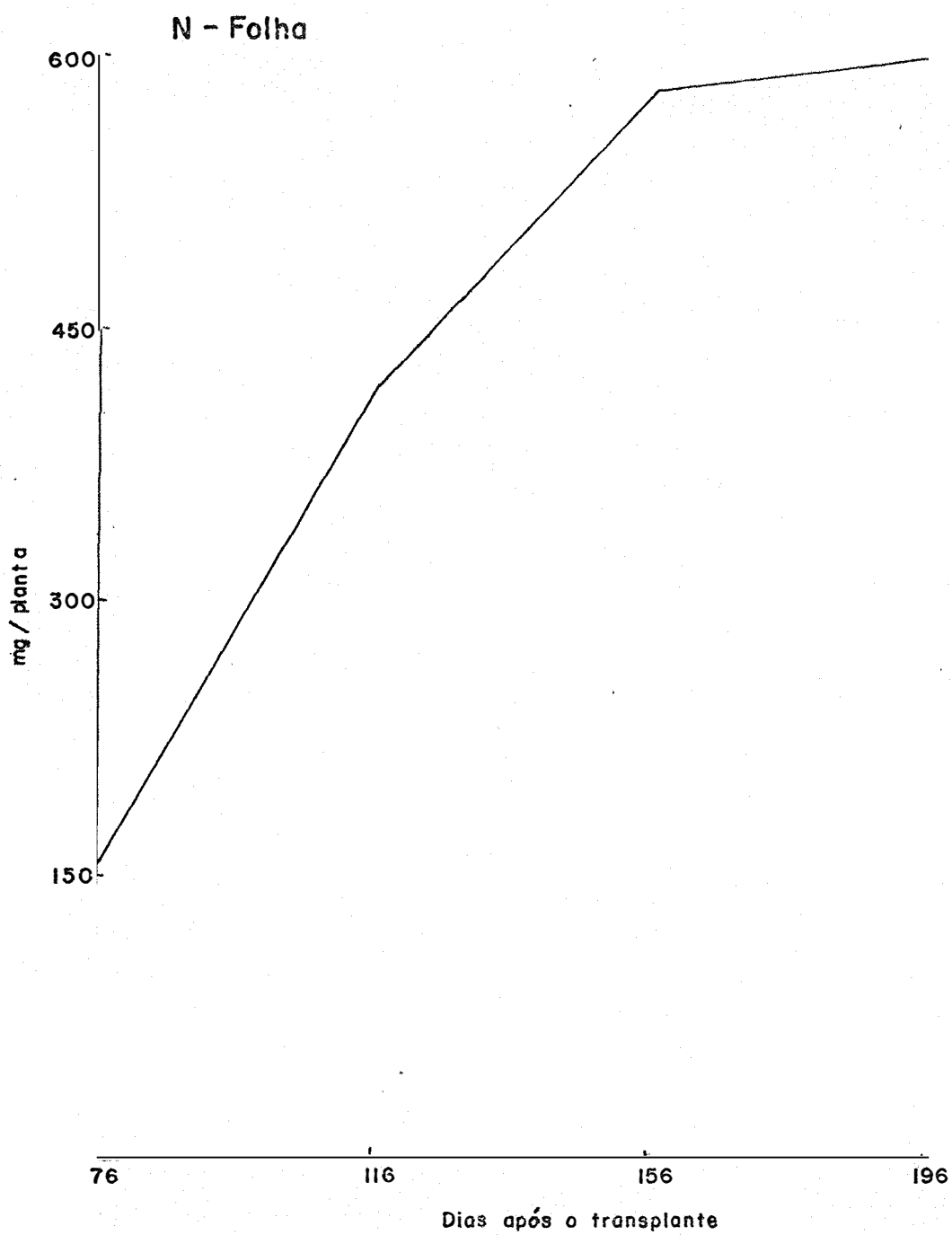
Diferenças em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 72,80



$$\hat{Y} = -124,387 + 1,828 X$$

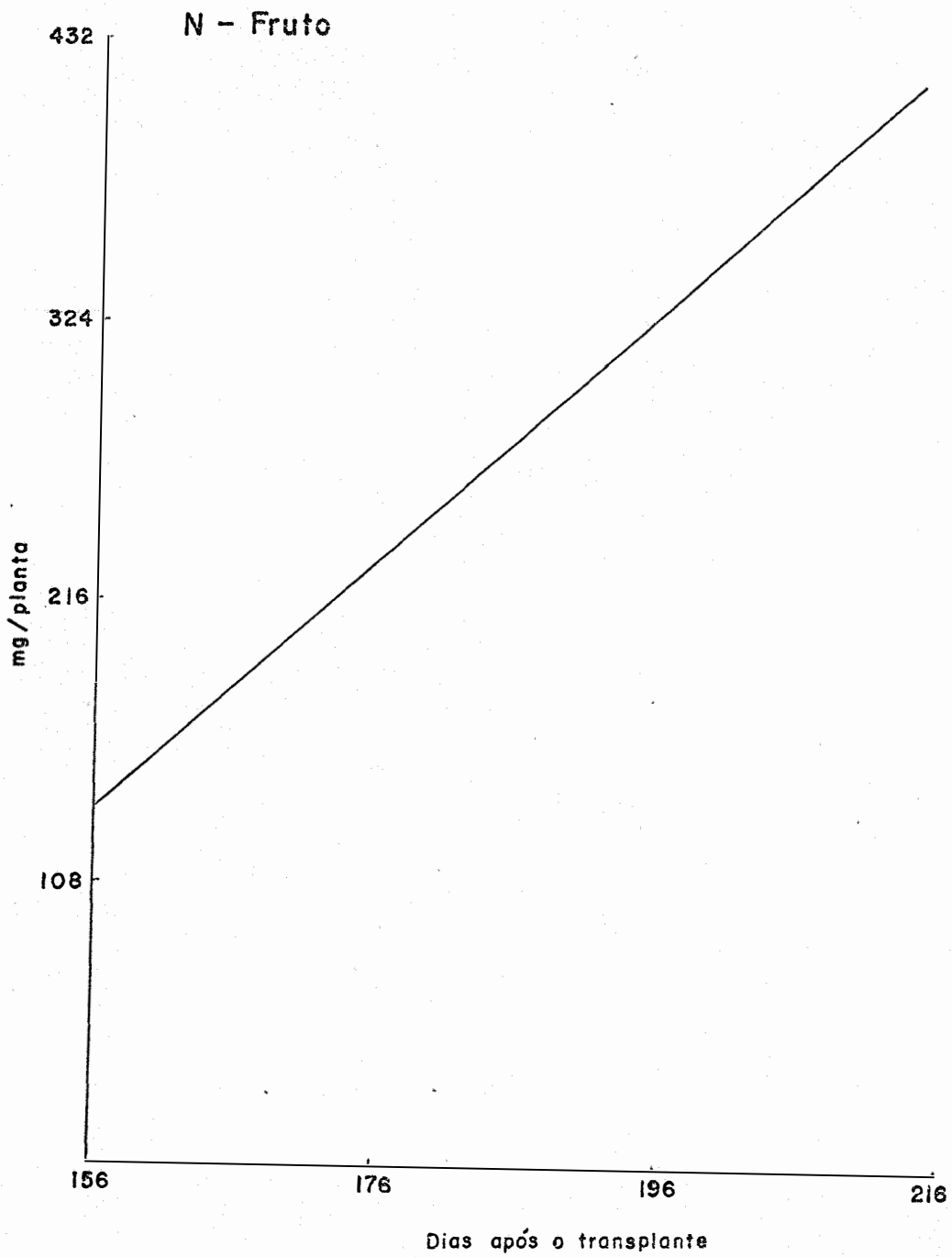
$$(r^2=0,98)$$

Fig. 4 - Regressão representativa da absorção média de nitrogênio pelos caules dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y} = -811,309 + 16,190 X - 45,853 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,98)$$

Fig. 5 - Regressão representativa da absorção média de nitrogênio pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y} = -620,447 + 4,871 X$$

$$(r^2=0,96)$$

Fig. 6 - Regressão representativa da absorção média de nitrogênio pelos frutos em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

A quantidade máxima extraída do nutriente e a época em que a planta apresenta essa quantidade nos órgãos é apresentada a seguir.

Valores de ponto de máxima em dias e quantidade máxima em mg de N nos órgãos por planta.

ÓRGÃO	Ponto de Máxima (dias)	Quantidade Máxima (mg/planta)
Caules	196	254
Folhas	176	616
Frutos	216	431
TOTAL		1.281

Como as equações são do 1º e do 2º grau, elas não possuem ponto de inflexão, e teoricamente os órgãos não apresentam uma época de exigência máxima, pois, o N foi absorvido durante todo o ciclo de desenvolvimento das plantas.

Das quantidades máximas de N contidas nos órgãos, o maior foi nas folhas com 616 mg, vindo em ordem decrescente os frutos com 431 mg, e os caules com 234 mg de N.

As extrações de N em kg/ha pelos órgãos, foram as seguintes para caules: 35 kg/ha; folhas: 92 kg/ha e para frutos: 65 kg/ha.

Os dados de literatura concernentes à extração desse nutriente pelo morangueiro, são escassos, sendo todavia mais frequentes os relativos à concentração. RAZUMNAYA (1973), encontrou valores de extração de N em morangueiro de 2 anos de idade variando entre 47 kg e 56 kg de N/ha.

A distribuição porcentual do N nos órgãos em ordem decrescente foi a seguinte: folhas, frutos e caules. Nas folhas, os teores altos foram verificados na faixa que se estende dos 76 dias aos 116 dias, variando entre 2,15% e 3,15%, e decresce moderadamente no período que vai dos 156 dias aos 216 dias de 2,88% para 2,42% à medida que os cultivares intensificam a frutificação, o que evidencia uma translocação do nutriente das folhas para os frutos. Uma maior estabilidade da concentração nas folhas, como mostram os dados da Tabela 4, aparece entre os 156 dias e os 176 dias. A partir dos 176 dias, à proporção que as plantas amadurecem, esta mesma tendência se observa com relação aos caules.

Long e Murineek (1937), mencionados por LINEBERRY et alii (1943), constataram que o conteúdo de N nas folhas, decresceu rapidamente durante a senescência com um simultâneo aumento desse nutriente nas raízes e nos caules, informaram ainda que as raízes acumularam 30% a 40% da quantidade total de N da planta durante o inverno.

Em condições de solução nutritiva, JOHANSON & WALKER (1963), encontraram nas folhas para os tratamentos completo e com omissão de N, concentrações de 2,24% e 1,31%. JOHN et alii (1975), estudando a influência de épocas sobre a composição de folhas e pecíolos em três cultivares de morangueiro em condições de campo, constataram efeito significativo de cultivares sobre a concentração dos nutrientes N, K, Mg, B, Fe, Mn e Zn nas folhas, e P em relação aos pecíolos, assinalam também que a concentração do N particularmente nas folhas, decresceu até o final da frutificação. Constata-se ainda pelos dados do autor, que a fase de maior exigência do N, ocorreu na fase inicial do crescimento até o início do florescimento, onde as concentrações registradas foram 4,15% e 3,58% respectivamente, decrescendo de 3,19% a

2,45% da frutificação até o final do ciclo.

Os valores percentuais de N, obtidos no presente trabalho, concordam com os valores encontrados na literatura, desde que se levem em conta os limites impostos pelas condições de clima, solo, adubação e cultivares empregados.

Como sugestão ao estudo da diagnose foliar no morangueiro, são apresentadas as variações na concentração do N em caules (0,56% a 1,59%) e folhas (2,15% a 3,15%) correspondente às épocas em que as taxas de acumulação do nutriente foram mais altas, indo dos 76 dias aos 116 dias.

A variação de concentração de N nas folhas concordam com os valores críticos mencionados por BOULD (1964), no estágio de florescimento, onde os extremos 2,15% e 3,15% são considerados respectivamente deficientes e adequados, mas se tomarmos a média dos extremos 2,65%, então a concentração de N nas folhas situa-se na faixa que o autor denomina de marginal, o que corresponderia a dizer-se que a planta está no limiar do seu estado nutricional ótimo.

A título de informação segundo BOULD (1964), a concentração de N% expressa na matéria seca de folhas recentemente maduras de morangueiros no estágio de florescimento apresentam os seguintes valores: deficiente < 2,5%; marginal 2,6 - 2,9% e adequado > 3,0%.

4.2.2 - Fósforo

Os valores de concentração e as quantidades de P nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 5.

As análises de variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise de variância conjunta das quantidades em mg de P nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	30.940,61	30.940,61	16,38**
Cultivares	3	23.667,55	7.889,19	4,18*
Órgãos x Cultivares	3	5.520,53	1.840,18	0,97
Resíduo (a)	24	45.328,50	1.888,69	

Parcelas	31	105.457,19		

Épocas	3	87.027,14	29.009,04	16,38**
Órgãos x Época	3	12.665,71	4.221,91	2,39
Cultivares x Época	9	41.387,50	4.598,61	2,59*
Órgão x Cult. x Época	9	7.024,42	780,49	0,44
Resíduo (b)	72	127.575,94	1.771,88	

TOTAL	127	281.137,90		

Os cultivares diferiram na absorção do P, em relação a caules, folhas e frutos.

A interação de cultivares com épocas foi significativa em relação a caules e folhas, sugerindo a existência de uma dependência entre cultivares e épocas de absorção. Procedeu-se o desdobramento através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cada cultivar, revelando a análise de regressão que as curvas que descrevem a absorção do nutriente nesses órgãos correspondem a equações do 1º e do 2º grau.

B) Análise de variância conjunta dos valores em mg de P nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	11.676,00	3.891,99	5,68*
Resíduo (a)	12	8.214,68	684,56	

Parcelas	15	19.890,68	5.949,70	

Épocas	3	17.849,08	5.949,70	22,99**
Cultivares x Época	9	4.948,61	549,84	2,13
Resíduo (b)	36	9.312,84	258,70	
TOTAL	63	52.001,21		

A interação de cultivares com épocas em relação aos frutos não foi significativa, mostrando que os cultivares, não dependem de épocas para acumular o nutriente nos frutos, mas o absorvem durante todo o período de frutificação fazendo-o em quantidades distintas, embora não sejam significativas. Em vista disso, ajustou-se apenas uma equação de regressão expressando assim a absorção média do P nos frutos para todos os cultivares.

Todos os cultivares comportaram-se linearmente na absorção do P pelos caules (Figura 7), seguindo a mesma tendência desse órgão na absorção do N e na produção de matéria seca. A absorção pelas folhas nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530) e SH-2, seguiu equações do 1º grau, enquanto que a absorção do cultivar Monte Alegre (IAC-3113) foi do 2º grau (Figura 8).

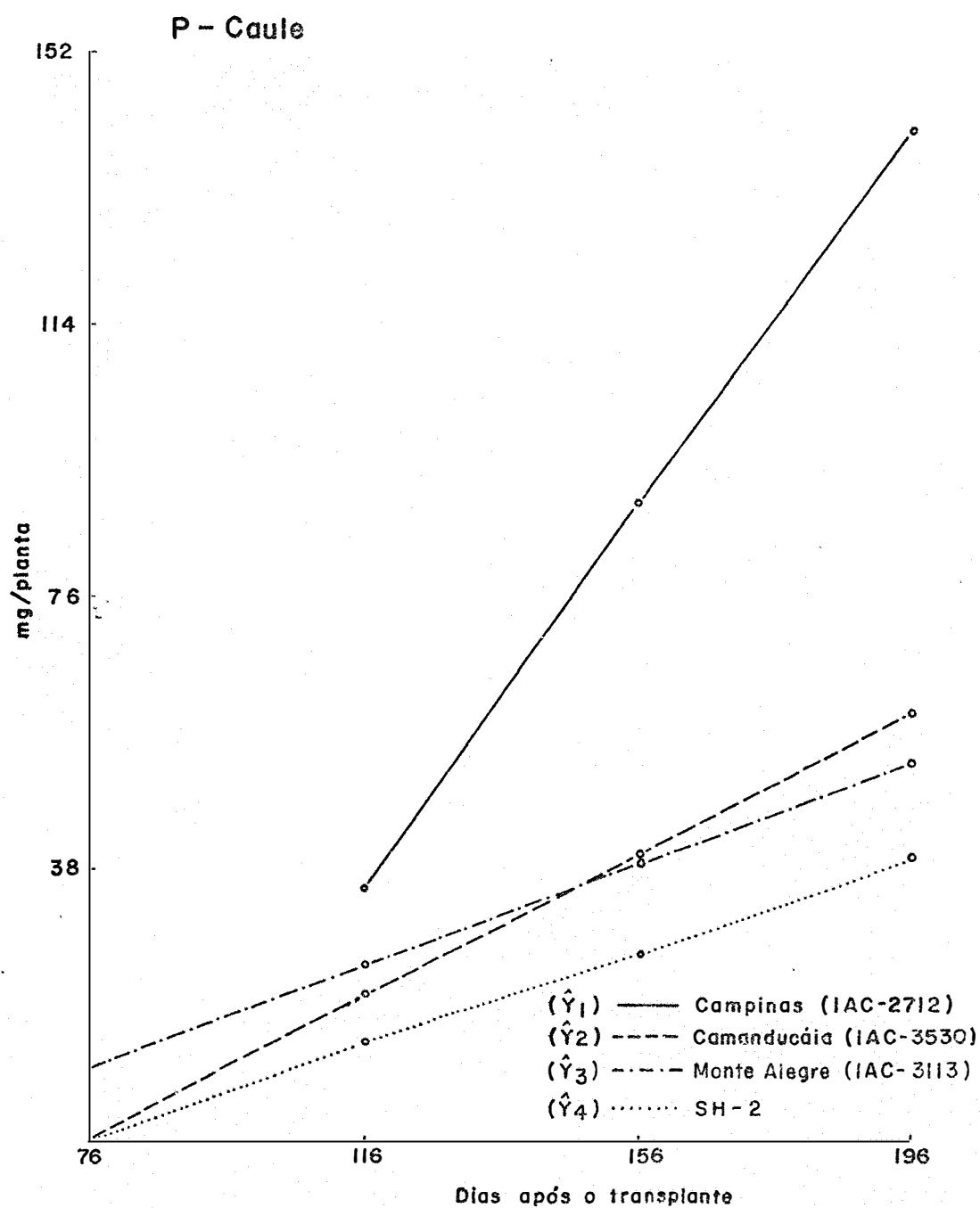
Tabela S. Concentração e quantidade de fósforo nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	FÓSFORO																	
		DIAS			APÓS			O			T R A M S P L A N T E								
		75	116	156	176	196	216	75	116	156	176	196	216						
		\$ mg/pl	\$ mg/pl	%	\$ mg/pl	%	\$ mg/pl	%	\$ mg/pl	%	\$ mg/pl	%	\$ mg/pl	%					
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	0,35	5,40	0,81	0,37	24,29	3,64	0,30	51,71	7,76	0,32	83,38	12,51	0,53	170,96	25,64	0,31	101,67	15,25
	folha	0,51	32,15	4,82	0,42	45,24	6,79	0,40	90,61	14,80	0,36	112,45	16,86	0,44	132,57	19,99	0,40	154,61	23,15
	fruto	—	—	—	0,24	3,65	0,55	0,28	10,80	2,81	0,34	42,33	6,35	0,35	56,80	8,52	0,30	59,44	8,92
	total	37,55	5,63		72,16	10,96		169,12	25,37		230,16	35,72		360,33	54,95		315,72	47,36	
CAMANDUCAIA (IAC-3530)	caule	0,26	3,15	0,47	0,33	25,27	3,79	0,30	31,59	4,74	0,27	56,32	8,45	0,32	67,55	10,13	0,29	57,53	8,63
	folha	0,32	21,01	3,15	0,44	63,05	9,46	0,44	124,53	16,68	0,38	107,69	15,18	0,38	98,61	14,32	0,38	156,37	23,46
	fruto	—	—	—	0,37	9,99	1,50	0,38	33,77	5,06	0,37	52,99	7,95	0,39	71,63	10,77	0,30	70,23	10,53
	total	24,16	3,62		98,31	14,75		189,69	28,43		217,20	32,58		259,15	35,72		294,13	42,62	
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	0,26	9,16	1,37	0,30	24,61	3,69	0,35	40,64	6,10	0,31	39,72	5,96	0,24	52,50	7,88	0,30	44,31	6,65
	folha	0,35	36,57	5,49	0,47	87,40	13,11	0,49	111,17	16,67	0,38	84,03	12,61	0,34	62,76	9,41	0,34	103,07	15,46
	fruto	—	—	—	0,36	6,73	1,01	0,34	15,00	2,25	0,38	44,17	6,62	0,38	63,45	12,52	0,35	67,46	13,12
	total	45,73	6,86		118,74	17,81		166,61	25,02		167,92	25,19		196,71	29,61		234,54	35,23	
SH-2	caule	0,19	2,90	0,45	0,21	14,08	2,11	0,30	25,16	3,47	0,25	36,96	5,54	0,24	42,04	6,31	0,24	50,11	7,52
	folha	0,44	24,50	3,67	0,27	39,63	5,80	0,30	50,99	7,65	0,25	64,43	9,66	0,26	58,63	8,79	0,26	55,56	12,83
	fruto	—	—	—	—	—	—	0,39	13,89	2,03	0,35	26,38	3,96	0,29	29,95	4,50	0,23	27,14	4,97
	total	27,48	4,12		52,71	7,91		88,03	13,20		127,77	19,16		130,66	19,60		162,31	24,42	

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S.(Tukey 5%) = 55,51

Épocas em relação a frutos - D.M.S. (Tukey 5%) = 15,33



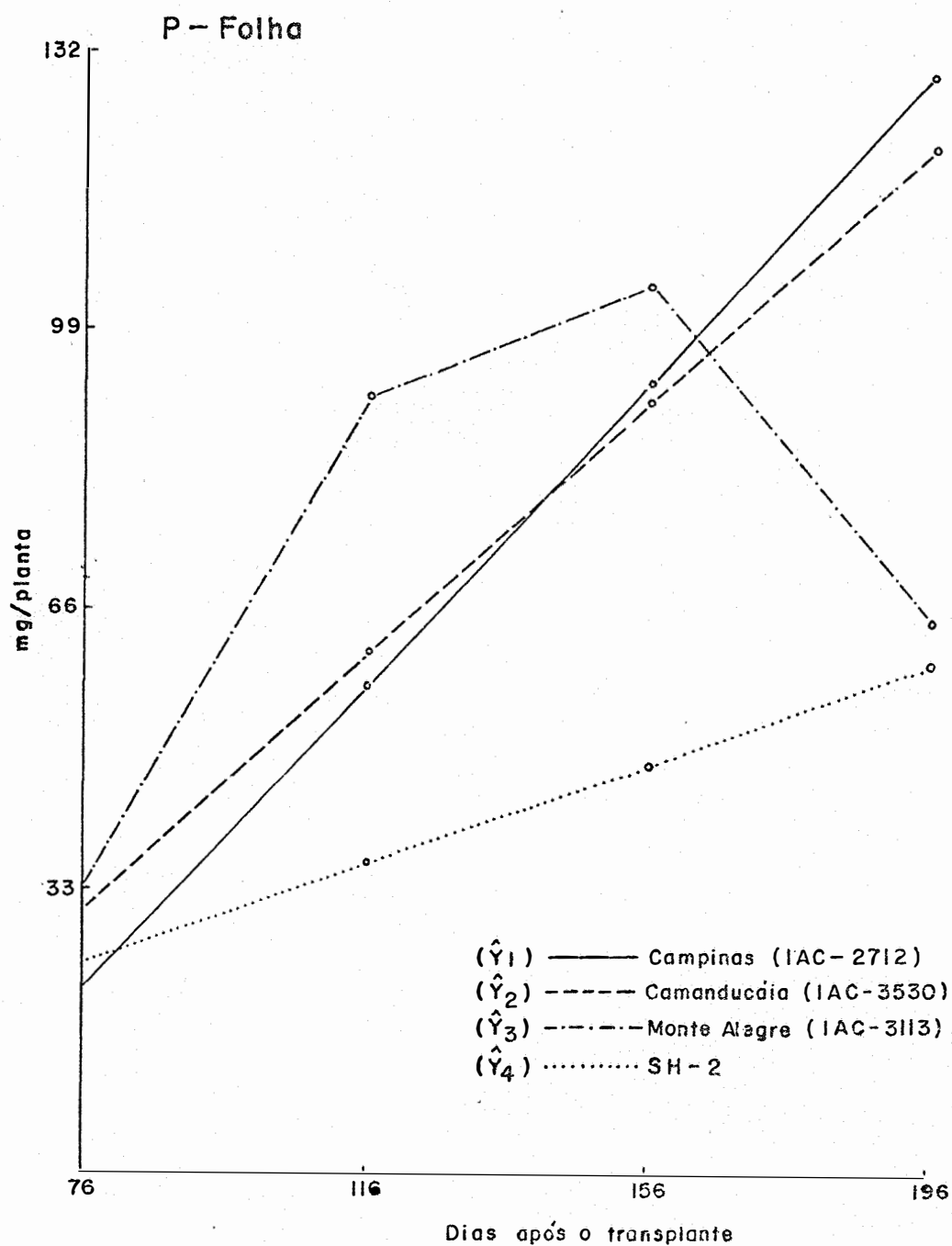
$$\hat{Y}_1 = -115,106 + 1,311 X \quad (r^2=0,82)$$

$$\hat{Y}_2 = -35,946 + 0,498 X \quad (r^2=0,92)$$

$$\hat{Y}_3 = -17,937 + 0,365 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -23,370 + 0,315 X \quad (r^2=0,97)$$

Fig. 7 - Regressões representativas da absorção de fósforo pelos caules dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



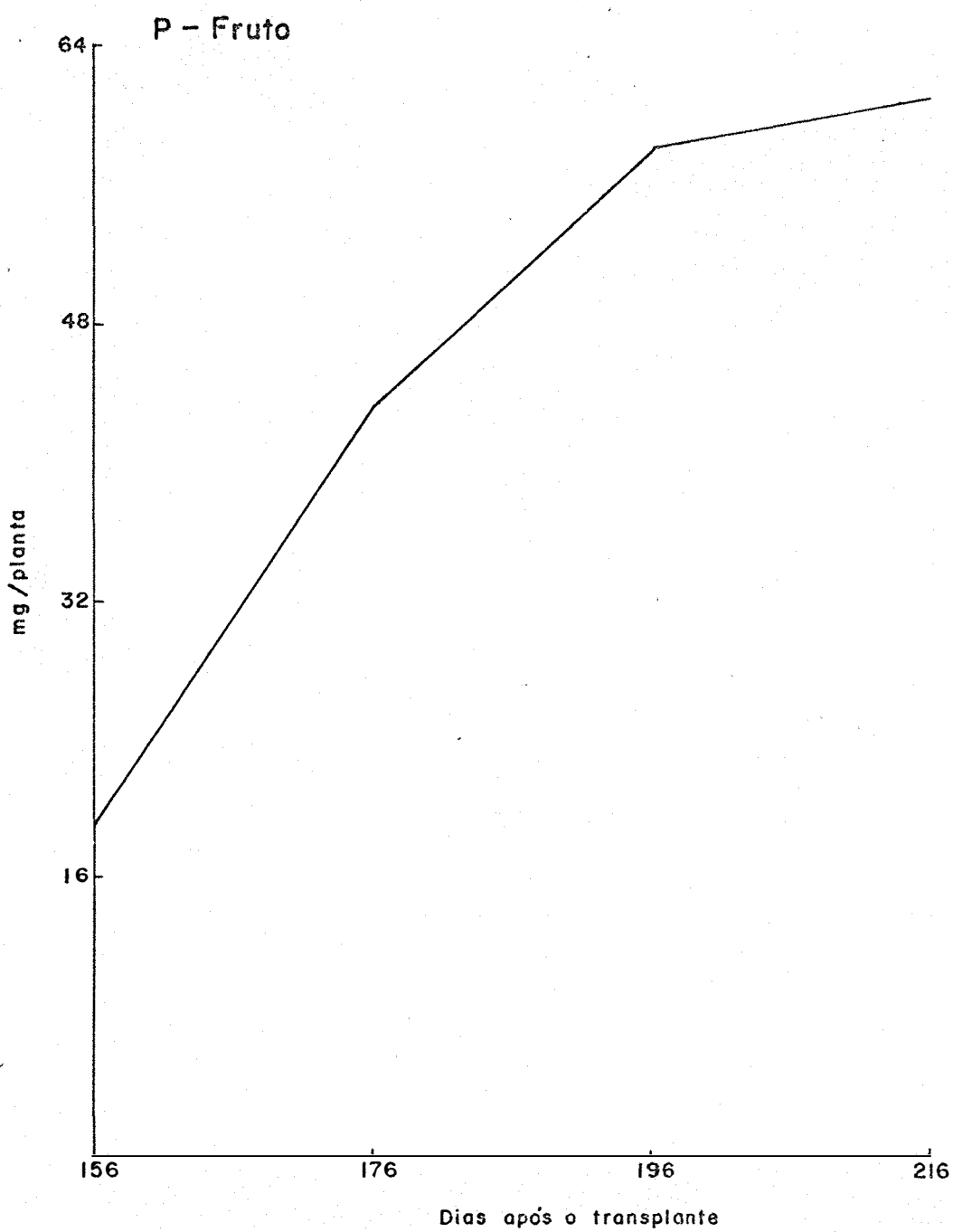
$$\hat{Y}_1 = -43,440 + 0,887 X \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_2 = -23,407 + 0,731 X \quad (r^2=0,71)$$

$$\hat{Y}_3 = -216,086 + 4,473 X - 15,505 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,96)$$

$$\hat{Y}_4 = 4,166 + 0,286 X \quad (r^2=0,98)$$

Fig. 8 - Regressões representativas da absorção de fósforo pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y} = -523,263 + 5,482 X - 12,840 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,98)$$

Fig. 9 - Regressão representativa da absorção média de fósforo pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

Com relação à absorção do P pelos frutos, todos os cultivares comportaram-se seguindo uma equação do 2º grau (Figura 9).

O ponto no qual os cultivares atingiram a extração máxima do nutriente nos órgãos foram os seguintes:

Valores do ponto de máxima em dias, e quantidade máxima de P extraída em mg nos órgãos por planta.

CULTIVAR	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima (mg/planta)			TOTAL
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	
Campinas (IAC-2712)	196	196	213	141	130	61	332
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	213	61	120	61	242
Monte Alegre (IAC-3113)	196	194	213	53	106	61	220
SH-2	196	196	213	39	60	61	160

Os cultivares não apresentam ponto de inflexão.

Examinando-se os dados, verifica-se que a extração máxima do P pelos caules entre os cultivares, está variando entre 39 mg e 141 mg do nutriente, sendo que a maior extração foi realizada pelo cultivar Campinas (IAC-2712) e a menor pelo cultivar SH-2. Todos os cultivares atingiram o ponto de máximo aos 196 dias.

As quantidades máximas extraídas pelas folhas estão variando entre 60 mg e 130 mg de P, destacando-se o cultivar Campinas (IAC-2712) pela maior quantidade de P extraída, enquanto a menor extração coube ao cultivar SH-2. O ponto de máxima para os cultivares está variando entre 194 dias e 196 dias, sendo o cultivar Monte Alegre (IAC-3113) o mais precoce e os demais tardios.

A extração máxima do nutriente pelos frutos em todos os cultivares foi 61 mg de P os cultivares são idênticos, atingindo o ponto de extração máxima aos 213 dias.

Em vista dos cultivares não apresentarem uma época de maior exigência (ponto de inflexão) na absorção do P, sendo este nutriente absorvido durante todo o ciclo da cultura, sugere-se que as recomendações na aplicação do fertilizante fosfatado seja de imediato o mais solúvel possível, encontrando-se à disposição das plantas desde o início do plantio.

As extrações de P em kg/ha pelos órgãos dos cultivares foram as seguintes: Caules - 6 kg a 21 kg; folhas - 9 kg a 20 kg e frutos 9 kg.

Esses resultados estão de acordo com as estimativas de 9 kg e 14 kg de P/ha mencionado por RAZUMNAYA (1973).

Na extração total do nutriente, destacou-se o cultivar Campinas (IAC-2712) com uma extração de 50 kg, e a menor verificou-se no cultivar SH-2 com 24 kg.

Observando-se nos dados da Tabela 5 verifica-se que os valores percentuais do nutriente de uma maneira geral, cresceram do início do florescimento aos 76 dias, até aos 196 dias, que já corresponde à faixa de intensa frutificação e maturação, caindo moderadamente a concentração nos caules, e também nos frutos, na faixa que vai dos 196 dias aos 216 dias, que já passa a coincidir com a maturação da cultura. Nas folhas, a concentração do nutriente oscila entre 0,32% e 0,51% na floração aos 76 dias e em duas épocas distintas quando as concentrações foram mais baixas na frutificação com oscilações entre 0,25% e 0,36% aos 176 dias e 0,26% a 0,40% aos 216 dias. Estes resultados estão de acordo com os níveis críticos de P nas folhas segundo BOULD(1964),

respectivamente nos estádios de floração e frutificação. Segundo esse autor, morangueiros que apresentaram 0,3% de P nas folhas atingiram o estágio de frutificação mais cedo percebendo ainda que concentrações de P inferiores a 0,2% nas folhas no estágio de frutificação, a produção foi severamente reduzida, não se registrando porém, sintomas de deficiência nas folhas até que fosse registrado uma concentração de P inferior a 0,1% nesses órgãos. Estes resultados também concordam com os valores percentuais para o P nas folhas mencionados por JOHN et alii(1975) quando citam valores de 0,35% do nutriente na floração e 0,29% na frutificação.

Como indicação para diagnose foliar são apresentadas as concentrações de P para caules e folhas aos 76 dias e aos 116 dias após o transplante, que corresponde às épocas onde as taxas de absorção nesses órgãos foram mais elevadas.

As faixas de concentração são:

Caule: 0,35%-0,19% a 0,37%-0,21%

Folha: 0,51%-0,32% a 0,47%-0,27%

4.2.3 - Potássio

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

As análises da variância conjunta, das partes vegetativas e reprodutivas, apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em mg de K nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	32.716,80	32.716,80	2,70
Cultivares	3	281.222,63	93.740,87	7,74 **
Órgão x Cultivares	3	11.196,34	3.732,11	0,30
Resíduo (a)	24	290.706,93	12.112,78	

Parcelas	31	615.842,70		

Épocas	3	2.911.164,63	970.388,22	82,13 **
Órgão x Épocas	3	199.203,20	66.401,07	5,62 **
Cultivares x Épocas	9	244.034,00	27.114,88	2,30
Órgão x Cult. x Épocas	9	46.441,00	5.160,11	0,44
Resíduo (b)	72	850.751,75	11.816,00	
TOTAL	127	4.867.437,28		

B) Análise da variância conjunta das quantidades em mg de K nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	415.297,10	138.432,36	5,56 *
Resíduo (a)	12	298.761,52	24.896,80	

Parcelas	15	714.058,62		

Épocas	3	672.927,35	224.309,11	35,63 **
Cultivares x Épocas	9	205.264,46	22.807,16	3,62 **
Resíduo (b)	36	226.673,43	6.296,48	
TOTAL	63	1.818.923,86		

A interação de cultivarês com épocas foi significativa mostrando que existe uma dependência entre cultivares e épocas de absorção do K. Efetuou-se o desdobramento através das análises de regressão correspondente às diferentes épocas dentro de cada cultivar, recaindo o ajuste sobre regressões do 1º e do 2º grau, como mostram as Figuras 10, 11 e 12.

Como se observa pela Figura 10, a absorção do K pelos caules em todos os cultivares, segue regressões lineares, revelando ainda que a absorção do nutriente se processou sem interrupção até a última época de amostragem. Na absorção por folhas e frutos, verifica-se como mostram as Figuras 11 e 12 que estes órgãos absorvem o K seguindo um comportamento retilíneo e curvilíneo. THOMAZ (1975), constatou que a absorção do K por frutos, caules e folhas pelo espinafre, comportou-se seguindo regressão do 1º, 2º e 3º grau.

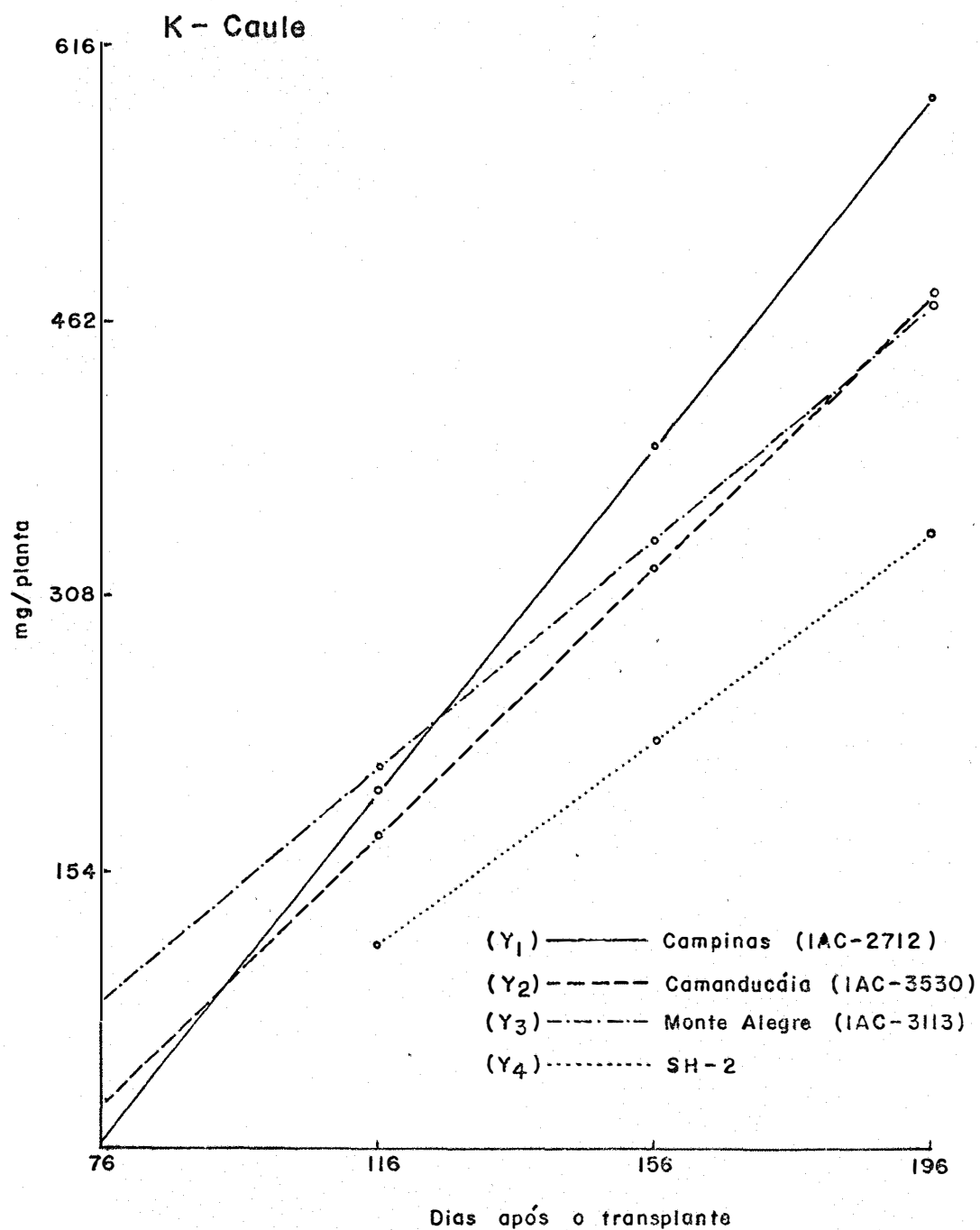
Tabela 6. Concentração e quantidade de potássio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	P O T Á S S I O																	
		76		155		176		196		216									
		mg/ol	kg/ha*	%	mg/ol	kg/ha*	%	mg/ol	kg/ha*	%	mg/ol	kg/ha*	%						
SAMPINAS (IAC-2712)	caule	1,92	30,49	4,57	2,71	174,81	26,23	2,44	380,00	57,61	2,44	611,22	91,68	2,35	638,98	95,85	2,43	789,43	115,27
	folha	1,58	101,86	15,28	1,73	180,09	27,01	1,90	448,64	67,30	2,01	630,66	94,60	1,93	576,06	86,41	1,64	646,70	96,11
	fruto	—	—	—	1,18	17,94	2,69	1,62	108,59	16,29	2,30	294,26	44,14	1,71	260,28	39,64	2,29	452,65	69,39
	total	132,35	19,85		372,84	55,93		937,31	140,60		1536,16	230,42		1475,29	221,30		1971,78	280,77	
SABANDUCAIA (IAC-3530)	caule	1,68	21,00	3,15	2,78	216,87	32,54	2,77	264,87	42,74	2,52	517,33	77,60	2,35	519,53	77,93	2,96	597,66	89,15
	folha	1,69	112,60	16,89	1,48	218,88	32,83	1,66	464,52	69,64	1,87	531,76	79,76	1,95	490,56	73,58	1,75	731,61	103,75
	fruto	—	—	—	1,87	50,49	7,58	2,24	201,08	30,16	2,39	351,72	52,76	2,39	436,89	65,54	1,92	452,58	67,89
	total	133,60	20,04		486,24	72,96		950,57	142,54		1400,81	210,12		1447,90	217,05		1771,65	265,79	
VILTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	2,96	101,77	15,27	2,72	224,03	33,61	2,59	301,07	45,17	2,58	332,26	49,64	2,46	525,65	78,65	2,85	428,59	64,29
	folha	1,36	137,16	20,57	1,61	304,93	45,74	1,95	431,54	64,73	1,76	397,91	59,69	1,71	325,38	48,61	1,53	468,77	70,32
	fruto	—	—	—	1,69	33,46	5,02	1,57	73,10	10,96	2,51	291,49	43,72	2,27	481,75	72,26	1,83	461,63	69,26
	total	238,93	35,84		562,42	84,37		805,71	120,86		1021,66	153,25		1332,78	199,92		1358,99	203,85	
S-2	caule	1,60	24,97	3,75	1,66	110,23	16,54	2,42	161,14	24,17	2,40	337,15	50,58	2,35	412,91	61,93	1,78	328,53	49,29
	folha	1,59	86,40	12,96	1,08	152,95	22,94	1,63	274,04	41,10	1,65	418,34	62,75	1,68	334,26	50,14	1,31	417,42	62,61
	fruto	—	—	—	—	—	—	2,15	72,64	10,90	2,52	194,74	29,21	1,60	152,10	22,82	1,49	175,08	26,26
	total	111,37	16,71		263,18	39,48		507,92	76,17		950,23	142,54		899,27	134,89		921,35	138,15	

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Erros dentro de cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 143,35

Erros dentro de cultivares em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 151,31



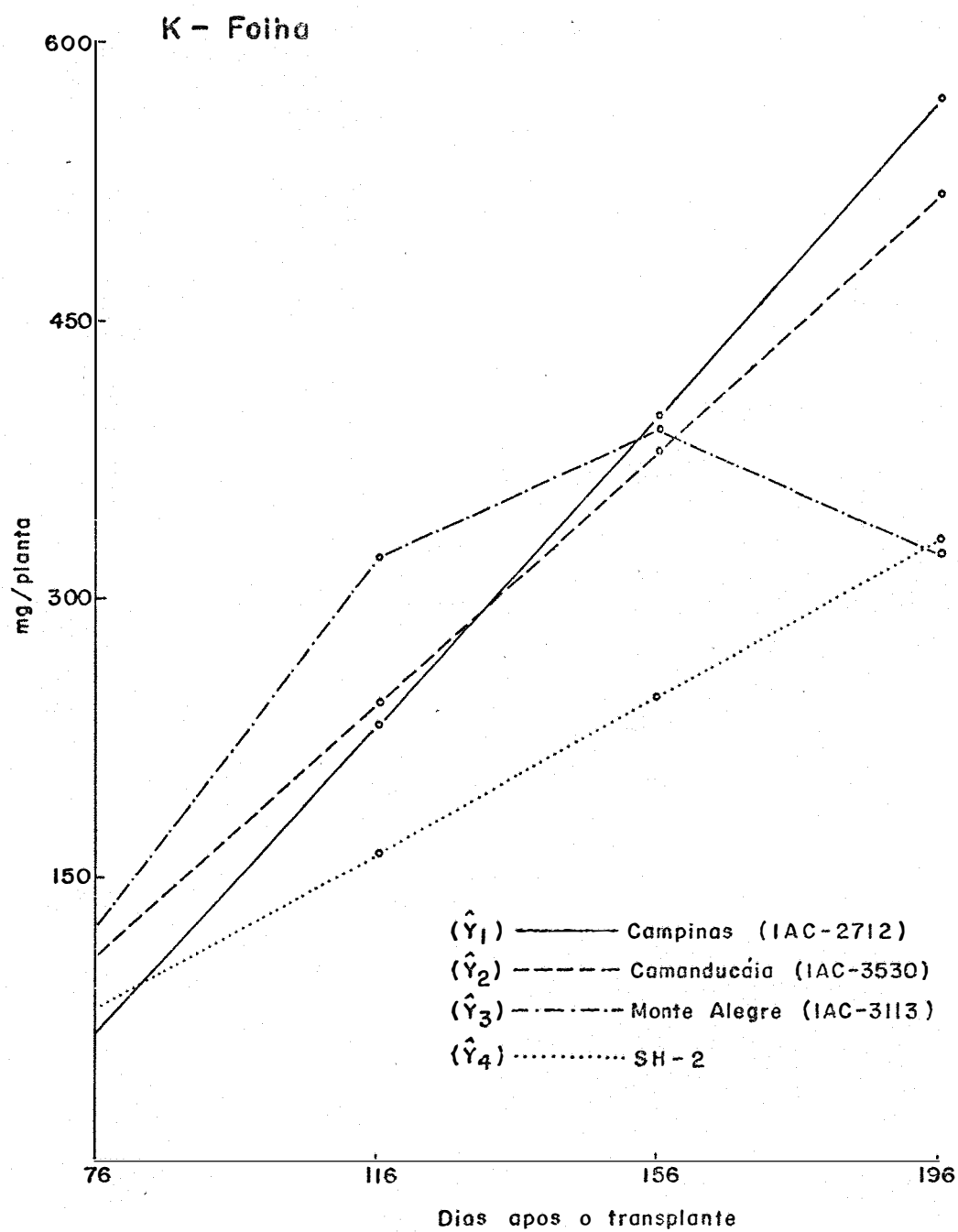
$$\hat{Y}_1 = -384,359 + 5,076 X \quad (r^2=0,98)$$

$$\hat{Y}_2 = -271,063 + 3,910 X \quad (r^2=0,96)$$

$$\hat{Y}_3 = -170,418 + 3,371 X \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_4 = -235,689 + 3,037 X \quad (r^2=0,88)$$

Fig. 10 - Regressões representativas da absorção de potássio pelos caules dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



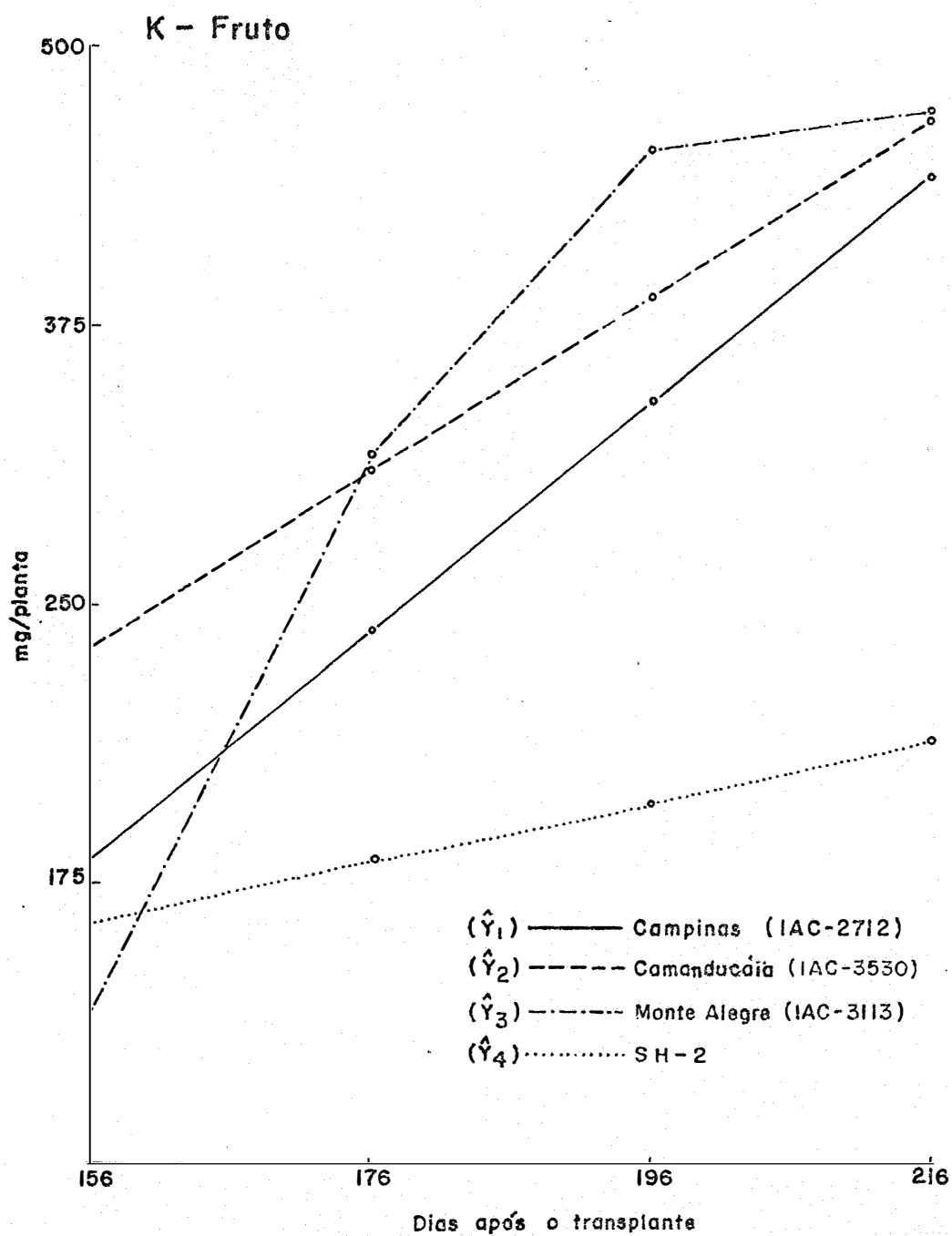
$$\hat{Y}_1 = -248,337 + 4,228 X \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_2 = -147,410 + 3,450 X \quad (r^2=0,92)$$

$$\hat{Y}_3 = -641,312 + 13,360 X - 42,800 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_4 = -82,078 + 2,161 X \quad (r^2=0,98)$$

Fig. 11 - Regressões representativas da absorção de potássio pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = -674,786 + 5,142 X \quad (r^2=0,83)$$

$$\hat{Y}_2 = -420,335 + 4,199 X \quad (r^2=0,88)$$

$$\hat{Y}_3 = -6016,727 + 62,235 X - 14,907 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,98)$$

$$\hat{Y}_4 = -97,518 + 1,323 X \quad (r^2=0,40)$$

Fig. 12 - Regressões representativas da absorção de potássio pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

A quantidade máxima extraída do nutriente e as épocas são apresentadas a seguir.

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima em mg de K nos órgãos por planta e ponto de inflexão em dias.

CULTIVAR	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima (mg/planta)			TOTAL
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	610	580	435	1.625
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	216	495	528	486	1.023
Monte Alegre (IAC-3113)	196	156	216	490	402	478	1.370
SH-2	196	196	208	359	341	188	888

Como as equações que expressam absorção do K pelos órgãos são do 1º e do 2º grau, estas não têm ponto de inflexão, e teoricamente os cultivares não apresentam uma época de exigência máxima.

De acordo com os dados, constata-se que todos os cultivares atingiram ponto de máxima referente aos caules aos 116 dias, e que as quantidades máximas nesses órgãos estão variando entre 359 mg e 610 mg de K, sendo que a maior extração registrou-se no cultivar Campinas (IAC-2712) e menor no cultivar SH-2. Nas folhas a extração máxima do nutriente está variando entre 341 mg e 580 mg de K, aparecendo o cultivar Monte Alegre (IAC-3113) como o de maior eficiência na extração, atingindo o ponto de máxima aos 156 dias, enquanto os demais o excederam em 40 dias. Este fato chama a atenção uma vez que a absorção do K pelas folhas nesse cultivar acompanhou a sua acumulação em matéria seca. Quanto à extração pelos frutos, as quantidades máximas variam en-

tre 188 mg e 435 mg de K, sendo, o cultivar SH-2 o de maior capacidade de extração, atingindo o seu ponto de máxima aos 208 dias, enquanto os demais só o atingiram aos 216 dias. A menor quantidade foi extraída pelo cultivar SH-2, e a maior pelo cultivar Campinas (IAC-2712) verificando-se o mesmo fenômeno com relação ao total extraído.

Considerando-se que os cultivares não possuem uma época de exigência máxima na absorção do K, uma vez que o nutriente é absorvido durante todo o ciclo da cultura, sugere-se que as recomendações na aplicação do fertilizante potássico seja feita desde o início do plantio.

Os valores das extrações de K em kg/ha por 150.000 plantas pelos órgãos dos cultivares foram os seguintes: caules - 54 kg a 92 kg/ha; folhas - 51 kg a 87 kg/ha e frutos - 28 kg a 73 kg/ha.

Observa-se por esses dados que a maior parte do K é extraído pelos caules, vindo em seguida folhas e frutos. RAZUMNAYA (1973), menciona que morangueiros produzindo 2.500 kg/ha extraem de 41 kg a 51 kg de K/ha.

Examinando-se os dados da Tabela 6, verifica-se que a concentração do K foi mais alta nos caules em todas as épocas, enquanto para folhas e frutos as concentrações de uma certa forma foram crescentes até aos 176 dias, sendo que os frutos apresentaram menores concentrações aos 216 dias, quando também as folhas passaram a mostrar valores mais baixos o que demonstra o estado senescente da cultura.

É provável que concentrações mais elevadas de K nos caules (pecíolo + coroa), tenham se verificado em vista dos pecíolos terem sido anexado às coroas para análise do K. JOHN et alii (1975) mencionam que para a maioria dos nutrientes analisados, as concentrações foram mais altas nas folhas do que nos pecíolos, fato que concorda também com Ballinger e Mason (1960), John e Boyton (1959), todos citados

por JOHN et alii (1974), excetuando-se Ballinger e Mason (1960) também mencionados por JOHN et alii (1975), que constataram ser os pecíolos superiores para a determinação do K, o que parece de certa forma explicar a ocorrência de valores mais elevados da concentração de K nos caules, considerando-se que os pecíolos fornecem percentual superior do nutriente.

Nas folhas, concentrações de K estão variando entre 1,36% a 1,64% e de 1,08% a 1,73% na faixa dos 76 dias aos 116 dias que corresponde ao início dos estádios de floração e frutificação, que concordam com os valores mencionados por BOULD (1964) para concentração de K em folhas recentemente maduras no estágio de florescimento e frutificação. BRADFIELD (1970) estudando níveis crescentes de K, menciona concentrações desse nutriente nas folhas no estágio de frutificação, variando entre 0,78% e 1,32% como se observa, os valores de concentração de K mencionados pelo autor são ligeiramente mais baixos do que as concentrações de K nas folhas aos 76 dias no presente trabalho. BOULD (1964), menciona que em ensaio de campo conduzido com o cultivar "Climax", obteve um aumento médio anual (entre épocas) de 1,8 t/acre a 2,8 t/acre, quando a concentração de K nas folhas no estágio de frutificação se elevou a 0,88% para 1,48%. BOULD (1964), frisa ainda que em um ensaio fatorial (NPK) com o cultivar "Royal Sovereign", não obteve resposta à fertilização potássica na produção em duas épocas, quando a concentração de K nas folhas no estágio de frutificação era maior do que 1,5%.

Como sugestões de padrões para diagnose foliar são apresentados a variações na concentração do K nas folhas (1,36% a 1,69%) aos 76 dias e (1,08% a 1,73%) aos 116 dias, que correspondem aos estádios de floração e frutificação, quando as taxas de absorção de K foram mais altas.

4.2.4 - Cálcio

Os valores da concentração e as quantidades de Ca nos órgãos dos cultivares acham-se expressos na Tabela 7.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em mg de Ca nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	420.469,49	420.469,49	85,07**
Cultivares	3	112.784,53	37.594,84	7,61**
Órgãos x Cultivares	3	33.702,45	11.234,14	2,28
Resíduo (a)	24	118.627,93	4.942,84	

Parcelas	31	685.584,40		

Épocas	3	875.176,65	291.725,54	53,28**
Órgãos x Épocas	3	41.680,79	13.893,60	2,53
Cultivares x Épocas	9	106.607,93	11.845,33	2,16*
Órgãos x Cult. x Épocas	9	44.108,63	4.990,95	0,90
Resíduo (b)	72	394.253,01	5.475,73	

TOTAL	127	2.147.411,41		

B) Análise da variância conjunta dos valores em mg de Ca nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	33.952,50	11.317,50	2,71
Resíduo (a)	12	50.015,05	4.167,93	

Parcelas	15	83.967,55		

Épocas	3	49.252,00	16.417,33	6,06**
Cultivares x Épocas	9	31.070,01	3.452,22	1,28
Resíduo (b)	36	97.658,86	2.712,75	

TOTAL	63	261.948,41		

Os cultivares diferiram na absorção do Ca para caules e folhas, não se verificando o mesmo em relação aos frutos.

A interação de cultivares com épocas foi significativa em relação a caules e folhas, revelando uma dependência entre cultivares e épocas de absorção de Ca. Efetuando-se então, o desdobramento através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cada cultivar, a análise de regressão indicou que as curvas que traduzem a absorção do Ca correspondem a regressões do 1º e do 3º grau, e estão expressas nas Figuras 13, 14 e 15.

Pelo exame da Figura 13, observa-se que todos os cultivares apresentam comportamento linear na absorção do Ca pelos caules, observa-se ainda um fato interessante na absorção do Ca por esses órgãos, é que os cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113), possuem um ponto em comum em suas exigências em Ca, como mostra a intersecção de suas linhas de regressão, cuja época de ocorrência se verifica aos 131 dias, com uma extração de 131,25

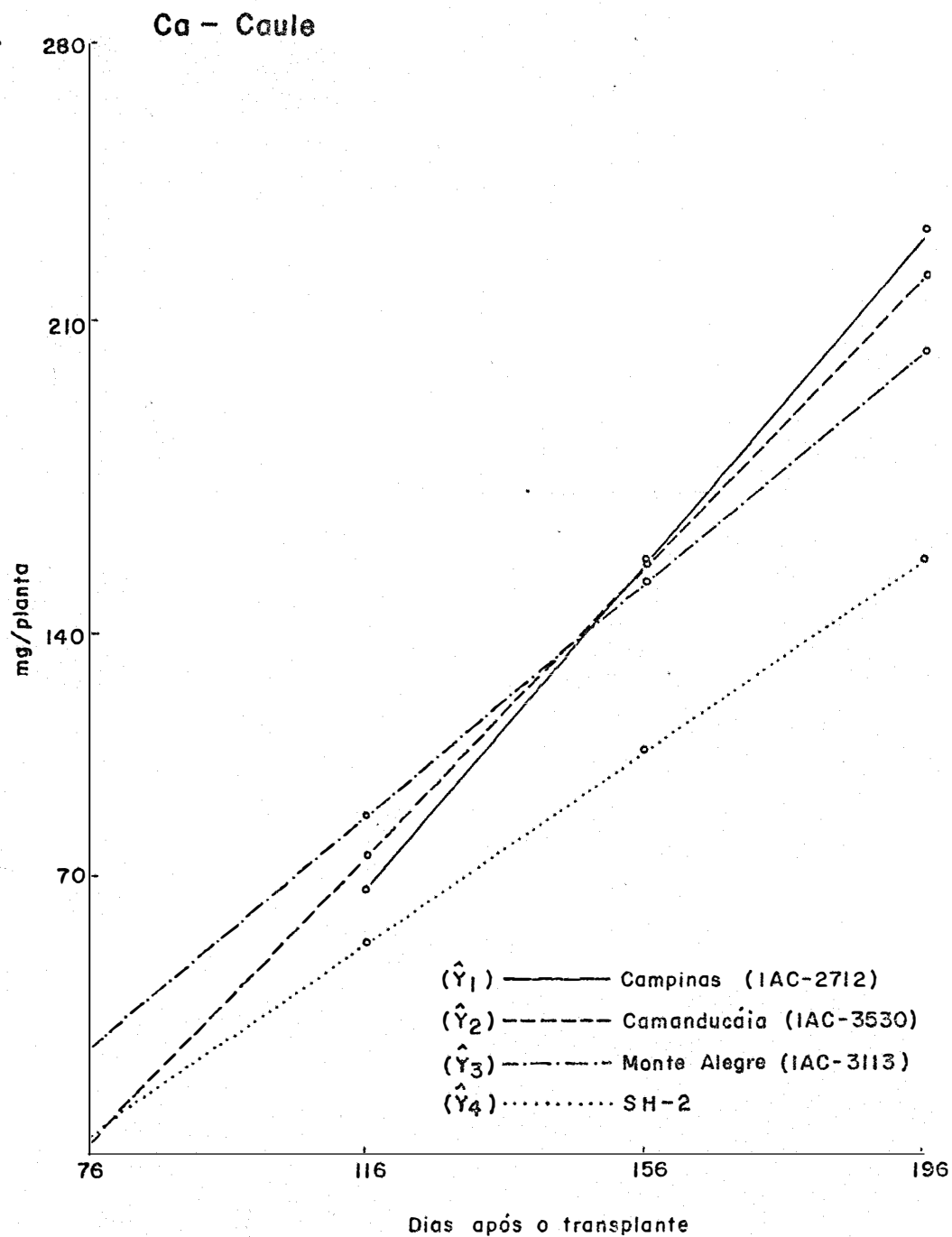
Tabela 7. Concentração e quantidade de cálcio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	C Á L C I O																	
		D I A S			A P Ó S			O			T R A N S P L A N T E								
		76	116	155	176	196	216	76	116	155	176	196	216						
		g mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha*	%	mg/pl	kg/ha*	%			
CARIINAS (IAC-2712)	caule	0,60	9,71	1,46	0,69	44,77	6,71	0,84	122,82	19,32	0,87	219,93	32,99	0,99	256,24	39,74	0,97	174,08	26,11
	folha	1,15	73,53	11,03	0,99	103,36	15,50	0,96	220,82	33,12	1,21	379,22	56,88	1,41	404,15	60,62	0,91	299,33	44,90
	fruto	—	—	—	0,26	3,95	0,60	0,55	36,70	5,51	0,33	40,57	6,09	0,42	69,15	10,37	0,27	55,96	8,09
	total	83,24	12,49	152,06	22,81	366,34	57,95	639,72	95,96	731,54	109,73	527,34	79,10						
CERRADUCAIA (IAC-3530)	caule	0,66	8,20	1,23	1,07	83,72	12,56	1,14	116,85	17,52	1,10	221,44	33,22	1,16	243,92	36,57	0,88	165,91	24,89
	folha	1,40	94,96	14,24	1,20	169,32	25,40	1,42	394,81	59,22	1,36	393,66	59,05	1,54	386,93	58,04	0,83	346,11	51,92
	fruto	—	—	—	0,48	12,96	1,94	0,43	38,40	5,76	0,41	60,05	9,01	0,50	89,03	13,57	0,56	132,59	19,89
	total	103,16	15,47	266,00	39,90	550,06	82,50	675,15	101,28	719,83	107,98	644,61	96,70						
COCOTE ALGORE (IAC 3113)	caule	0,10	34,17	5,13	1,02	85,69	12,86	1,12	133,74	20,06	1,03	130,07	19,64	1,00	213,32	32,00	0,97	142,80	21,42
	folha	1,80	205,28	30,79	1,15	219,14	32,72	1,48	336,78	50,52	1,32	296,25	44,43	1,51	286,42	42,96	1,32	409,04	61,35
	fruto	—	—	—	0,53	10,49	1,57	0,49	23,39	3,51	0,52	53,63	8,05	0,56	115,23	17,29	0,64	176,72	26,51
	total	239,45	35,92	314,32	47,15	493,91	74,09	480,75	72,12	614,97	92,25	728,56	109,28						
S--2	caule	0,47	7,25	1,09	1,00	66,32	9,95	1,06	73,77	11,07	1,11	154,92	23,24	0,94	165,99	25,05	1,04	207,81	31,16
	folha	1,20	65,45	9,82	0,87	101,05	15,16	1,17	194,73	29,21	1,43	368,64	55,30	1,32	253,83	38,08	1,33	429,57	65,93
	fruto	—	—	—	—	—	—	0,53	15,80	2,37	0,50	36,91	5,53	0,48	48,76	7,31	0,33	56,23	8,43
	total	72,70	10,91	167,37	25,11	284,30	42,65	560,47	84,07	469,59	70,44	693,51	102,54						

* Calculado para uma população de 150.000 plantas

Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S.(Tukey 5%) = 97,58

Épocas em relação a frutos - D.M.S.(Tukey 5%) = 49,66



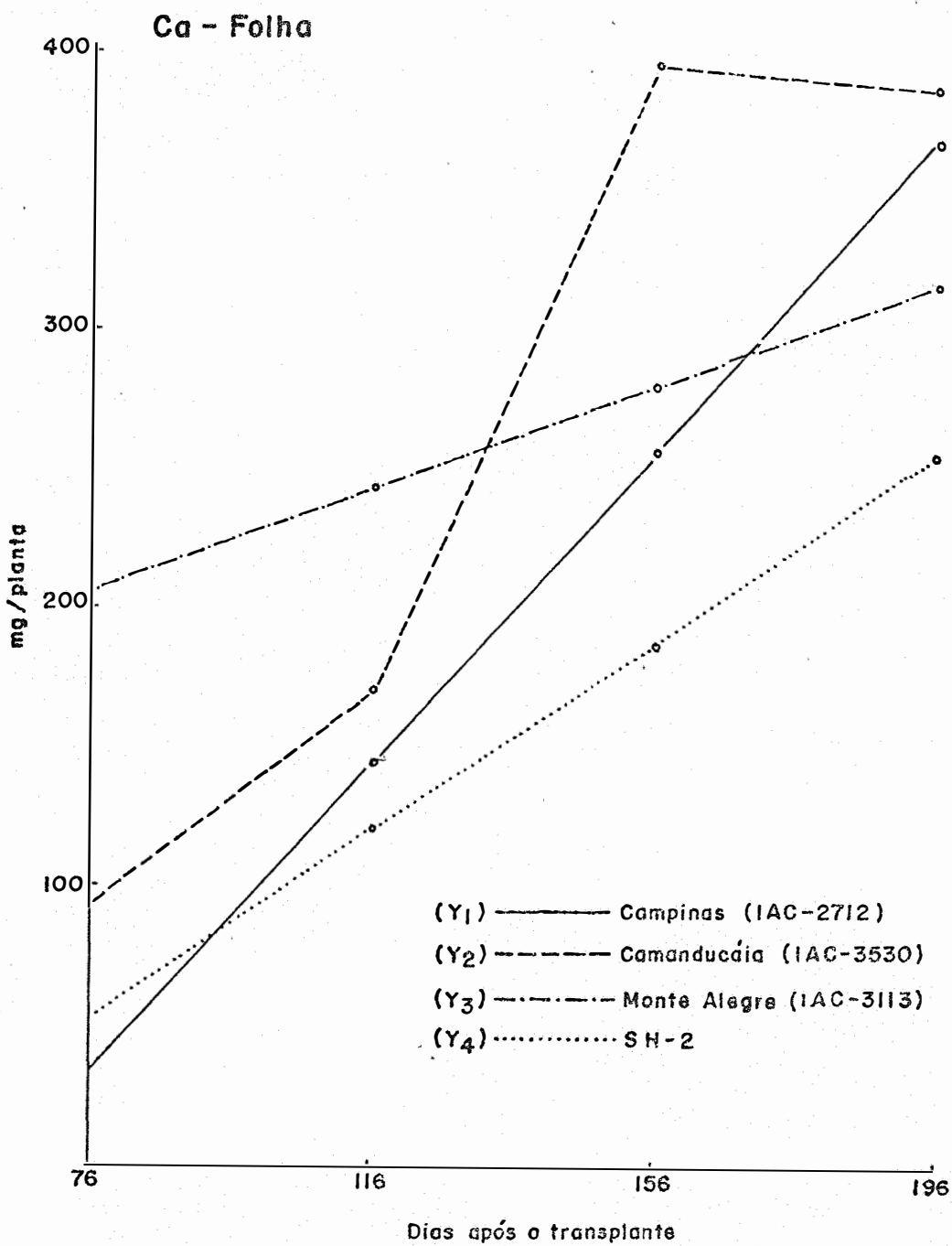
$$\hat{Y}_1 = -171,694 + 2,074 X \quad (r^2=0,93)$$

$$\hat{Y}_2 = -138,534 + 1,850 X \quad (r^2=0,94)$$

$$\hat{Y}_3 = -82,345 + 1,463 X \quad (r^2=0,98)$$

$$\hat{Y}_4 = -86,897 + 1,216 X \quad (r^2=0,90)$$

Fig. 13 - Regressões representativas da absorção de cálcio pelos caules dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



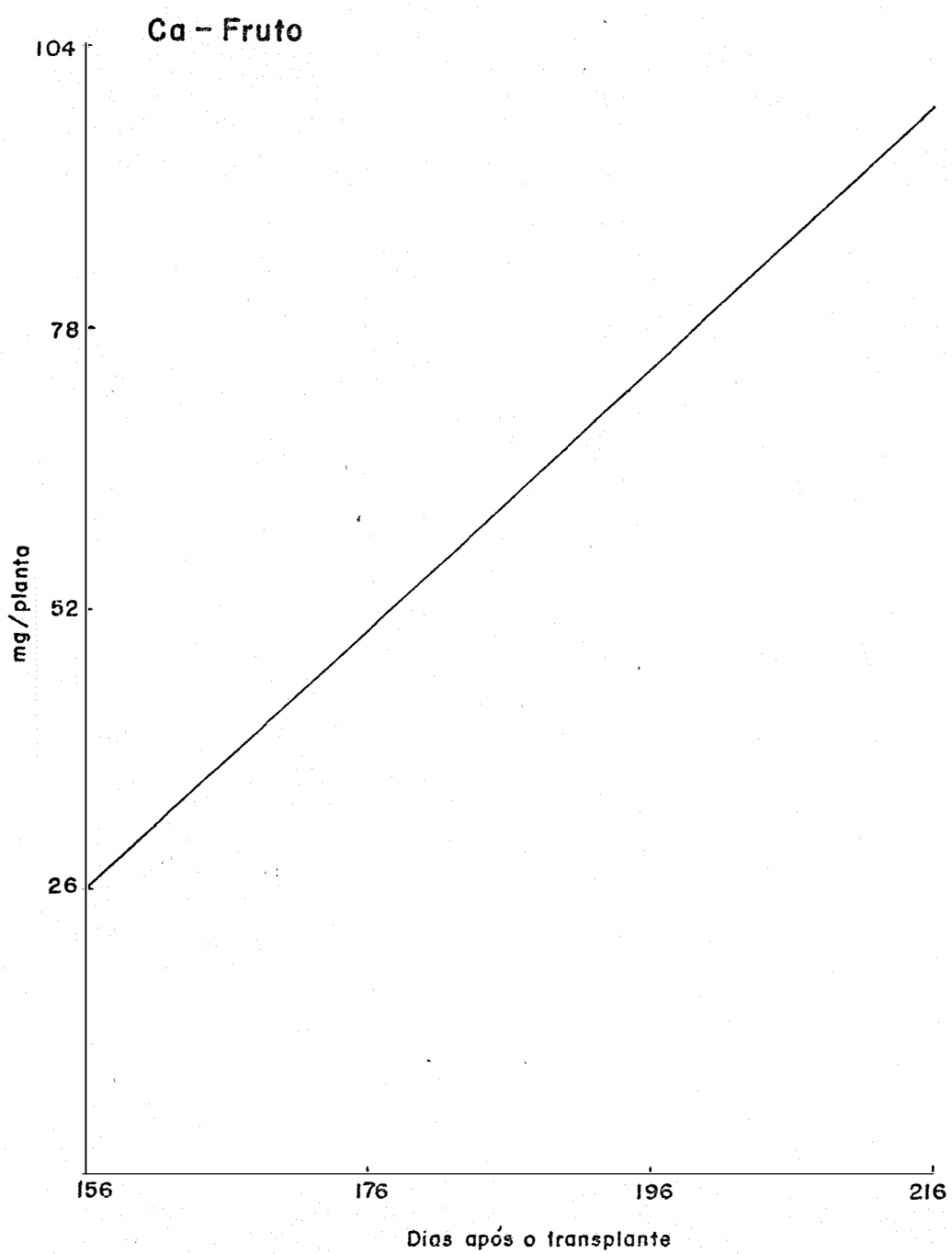
$$\hat{Y}_1 = -176,699 + 2,774 X \quad (r^2=0,91)$$

$$\hat{Y}_2 = 1474,707 - 46,026 X + 39,568 \cdot 10^{-2} X^2 - 10,012 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = 138,566 + 0,906 X \quad (r^2=0,57)$$

$$\hat{Y}_4 = -70,226 + 1,646 X \quad (r^2=0,97)$$

Fig. 14.- Regressões representativas da absorção de cálcio pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y} = -165,194 + 1,233 X$$

$$(r^2=0,98)$$

Fig. 15 - Regressão representativa da absorção média de cálcio pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

mg de Ca, correspondendo no global a 50% das quantidades máximas extraídas pelos caules, e 25% das quantidades máximas extraídas pelas folhas. Enquanto isso a absorção do Ca pelos caules no cultivar SH-2, praticamente não possui pontos em comum na absorção em relação aos outros cultivares, a não ser uma ligeira interseção de sua linha de regressão à altura dos 76 dias após o transplante com o cultivar Campinas (IAC-2712), para depois então ambos divergirem em seus ritmos de absorção, observa-se também que a absorção do Ca pelos caules seguiu o mesmo comportamento apresentado pelos cultivares na absorção do K pelos caules.

A absorção do Ca pelas folhas como mostra a Figura 14, seguiu regressões do 1º e do 3º grau destacando-se os cultivares Campinas (IAC-2712), Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 que absorveram linearmente o Ca, enquanto o cultivar Camanducaia (IAC-3530) adaptou-se melhor ao comportamento curvilíneo (3º grau). Para os frutos, de acordo com a Figura 15, verifica-se um comportamento linear na absorção do Ca.

Os pontos de máxima quantidade extraída e a época em que os cultivares apresentam maior exigência do nutriente são mostrados a seguir:

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima em mg de Ca nos órgãos por planta e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (mg/planta)				Ponto de Inflexão (dias)		
	caule	folha	caule	folha	fruto	total	caule	folha	fruto
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	234	366	101	701	-	-
Camanducaia (IAC-3530)	196	176	216	224	444	101	769	-	131
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	216	204	315	101	620	-	-
SH-2	196	196	216	151	252	101	504	-	-

Pelos dados observa-se que todos os cultivares em relação aos caules atingiram o ponto de máxima aos 196 dias, com quantidades máximas entre os cultivares variando entre 151 mg e 234 mg de Ca. Em relação às folhas os valores de extração máxima estão variando de 252 mg a 444 mg de Ca entre os cultivares, sendo mais precoce o cultivar Camanducaia (IAC-3530), que atinge o ponto de máxima extração aos 176 dias, enquanto os outros cultivares só o atingem aos 196 dias, este cultivar também apresenta uma época de maior exigência de nutriente em relação às folhas aos 131 dias. A extração máxima pelos frutos em média foi de 101 mg de Ca para todos os cultivares com ponto de máxima aos 196 dias.

As quantidades de Ca extraídas pelos órgãos dos cultivares (150.000 plantas/ha) foram: caules - 23 a 35 kg; folhas - 38 a 67 kg e frutos 15 kg. Observa-se pelos dados que a maior extração do nutriente pelas folhas, foi maior do que aquela realizada pelos caules, e em menor proporção pelos frutos, o que parece indicar uma mobilidade do Ca para os frutos. As quantidades de Ca extraídas pelos órgãos dos cultivares, são menores do que as extrações de K, porém, as extrações de Ca são maiores do que as de P. Referências sobre extração do Ca por cultivares do morangueiro, não foram encontradas na literatura.

Concentrações de Ca nas folhas são mais elevadas na fase inicial de floração aos 76 dias, com intervalo de variação mais amplo variando de 1,15% a 1,80% como mostram os dados da Tabela 7. JOHANSON e WALKER (1963), mencionam como níveis deficientes e adequados de Ca nas folhas valores de 0,38 e 1,9% ⁽⁷⁾. BOULO e CATLOW (1954), citam valores de concentração de Ca nas folhas no estágio de floração va

(7) Dados recalculadas.

riando de 0,72% a 1,9% ⁽⁸⁾, JOHN et alii (1975), mencionam também que as concentrações de Ca nas folhas foram mais elevadas no início do flo rescimento (1,0% a 0,95%) e no final do ciclo (0,95% a 1,07%). Nos cau les as concentrações do nutriente se apresentam mais altas na faixa dos 76 dias aos 166 dias, e decrescem aos 216 dias com variações entre 0,57% a 1,0% entre os cultivares.

As concentrações de Ca nos frutos de certa forma apre sentam um comportamento semelhante ao dos caules, sendo que nos frutos as concentrações de Ca só aparecem a partir dos 116 dias, elevando-se até aos 196 dias, decrescendo aos 216 dias.

Como subsídio à aplicação da diagnose foliar, consi dera-se que aos 76 dias de idade, na época da floração, as folhas apre sentam uma concentração de Ca de 1,15% a 1,80%.

4.2.5 - Magnésio

As concentrações e as quantidades de Mg nos órgãos dos cultivares acham-se expressos na Tabela 8.

As análises da variância conjunta das partes vegeta tivas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

⁽⁸⁾ Dados recalculados.

A) Análise da variância conjunta das quantidades em mg de Mg nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	28.463,56	28.463,56	66,77 ^{***}
Cultivares	3	3.134,61	1.044,88	2,46
Órgãos x Cultivares	3	1.617,32	539,10	1,27
Resíduo (a)	24	10.231,85	426,33	

Parcelas	31	43.447,34		

Épocas	3	91.493,78	30.497,93	68,07 ^{**}
Órgãos x Épocas	3	3.702,41	1.234,13	2,76
Cultivares x Épocas	9	3.246,64	360,73	0,81
Órgãos x Cult. x Épocas	9	2.913,46	323,72	0,73
Resíduo (b)	72	32.255,30	448,00	
TOTAL	127	177.058,93		

Os cultivares não diferiram significativamente na absorção do Mg em relação a caules e folhas. Não houve efeito significativo para a interação cultivares x épocas. Isto mostra que os cultivares independem de épocas para absorverem preferencialmente o nutriente. Ajustou-se então uma equação de regressão expressando a absorção média do Mg por órgão para todos os cultivares como mostram as Figuras 16 e 17.

B) Análise da variância conjunta dos valores em mg de Mg nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	3.825,46	1.275,15	4,74*
Resíduo (a)	12	3.232,45	269,38	
Parcelas	15	7.057,91		
Épocas	3	10.471,44	3.490,47	54,19**
Cultivares x Épocas	9	3.929,88	436,66	6,77**
Resíduo (b)	36	2.319,09	64,42	
TOTAL	63	23.778,32		

Os cultivares diferiram na absorção do Mg em relação aos frutos. A interação de cultivares com épocas foi significativa, revelando uma dependência entre cultivares e épocas de absorção do Mg. Através das análises de regressão, procedeu-se o desdobramento das diferentes épocas dentro de cultivares.

As equações ajustadas para as curvas de absorção do Mg pelos frutos dos cultivares, encontram-se na Figura 18. Excetuando-se o cultivar Camanducaia (IAC-3530), que se ajustou a uma equação do 3º grau, os demais se ajustaram a equações do 1º grau.

O cultivar Monte Alegre (IAC-3113), apresentou em relação aos frutos uma exigência maior do nutriente aos 182 dias, enquanto os demais cultivares teoricamente não o fizeram, pois, as curvas descrevem a absorção do nutriente para caules e folhas são do 1º grau e não apresentam ponto de inflexão. Porém, observa-se que a época que se estende do crescimento inicial das plantas até aos 76 dias como mostram os dados da Tabela 8, parecem indicar que essa foi a faixa em que ocor

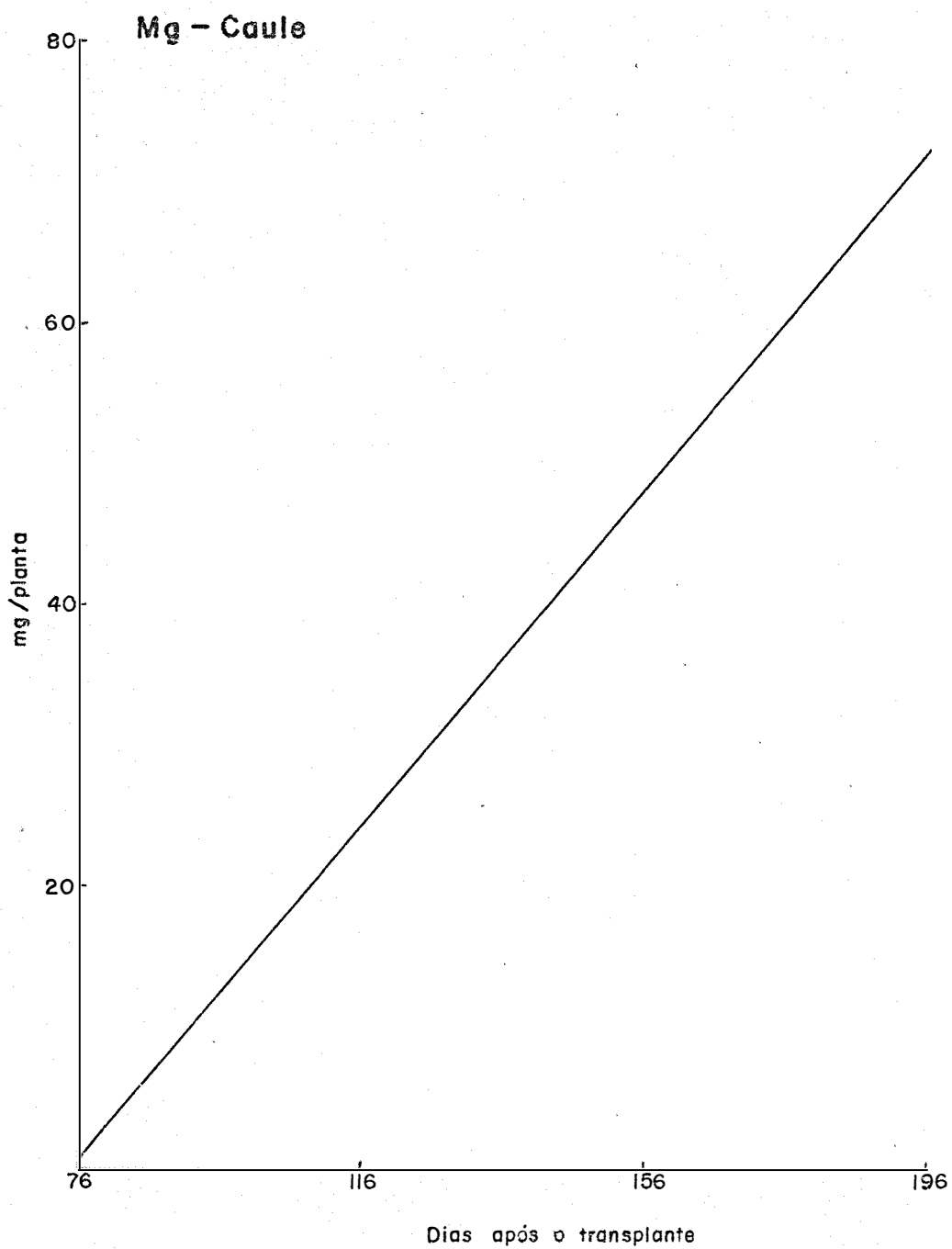
Tabela 8. Concentração e quantidade de magnésio nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	M A G N É S I O				D I A S				T R A N S P L A N T E				216					
		76	116	156	176	196	216	196	216	196	216	196	216	mg/dl	kg/ha				
		mg/dl	kg/ha	%	mg/dl	kg/ha	%	mg/dl	kg/ha	%	mg/dl	kg/ha	%	mg/dl	kg/ha				
CARMINAS (IAC-2712)	caule	0,18	2,82	0,42	0,32	20,35	3,06	0,28	45,06	6,91	0,32	81,70	12,26	0,30	82,93	12,43	0,37	116,15	17,43
	folha	0,38	23,91	3,59	0,34	35,93	5,39	0,29	69,36	10,41	0,37	115,49	17,33	0,36	103,02	15,45	0,32	127,95	19,19
	fruto	---	---	---	0,16	2,43	0,36	0,21	14,73	2,21	0,24	29,12	4,37	0,20	31,16	4,57	0,23	52,69	7,90
	total	26,73	4,01		58,71	9,81		130,19	19,53		226,31	33,96		217,06	32,58		296,80	44,52	
CARAMBUCAIA (IAC-3530)	caule	0,16	2,00	0,30	0,36	28,15	4,23	0,34	35,79	5,37	0,35	71,94	10,79	0,35	74,11	11,12	0,35	69,17	10,39
	folha	0,38	25,60	3,84	0,30	54,99	8,25	0,39	111,41	16,72	0,44	125,21	18,79	0,42	104,63	15,70	0,44	100,99	27,15
	fruto	---	---	---	0,22	5,94	0,89	0,22	18,96	2,85	0,22	32,10	4,81	0,26	45,20	6,78	0,22	51,28	7,69
	total	27,60	4,14		89,08	13,37		166,16	24,94		229,25	34,39		223,94	33,60		301,44	45,22	
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	0,24	8,01	1,20	0,33	27,63	4,15	0,32	39,80	5,98	0,34	43,28	6,49	0,41	87,32	13,10	0,37	55,14	8,27
	folha	0,44	46,92	7,04	0,35	66,64	10,00	0,38	87,96	13,19	0,38	85,37	12,81	0,50	93,97	14,09	0,41	127,54	19,13
	fruto	---	---	---	0,31	6,14	0,92	0,19	3,23	1,24	0,23	25,46	3,82	0,33	67,63	10,15	0,22	53,45	8,02
	total	54,93	8,24		100,41	15,07		136,07	20,41		154,11	23,12		248,92	37,34		256,13	35,42	
S-2	caule	0,22	3,45	0,52	0,38	25,76	3,86	0,36	24,92	3,74	0,37	51,95	7,80	0,41	71,64	10,75	0,49	105,84	15,88
	folha	0,34	18,22	2,73	0,38	53,56	8,03	0,41	69,21	10,39	0,44	114,01	17,11	0,49	92,64	13,89	0,46	154,55	23,19
	fruto	---	---	---	---	---	---	0,28	9,65	1,45	0,27	20,16	3,02	0,24	23,35	3,51	0,20	22,87	3,44
	total	21,67	3,25		79,32	11,89		103,73	15,58		186,12	27,93		187,63	28,15		283,25	42,51	

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Estatísticas em relação a caules e folhas - D.M.S. (Tukey 5%) = 13,95

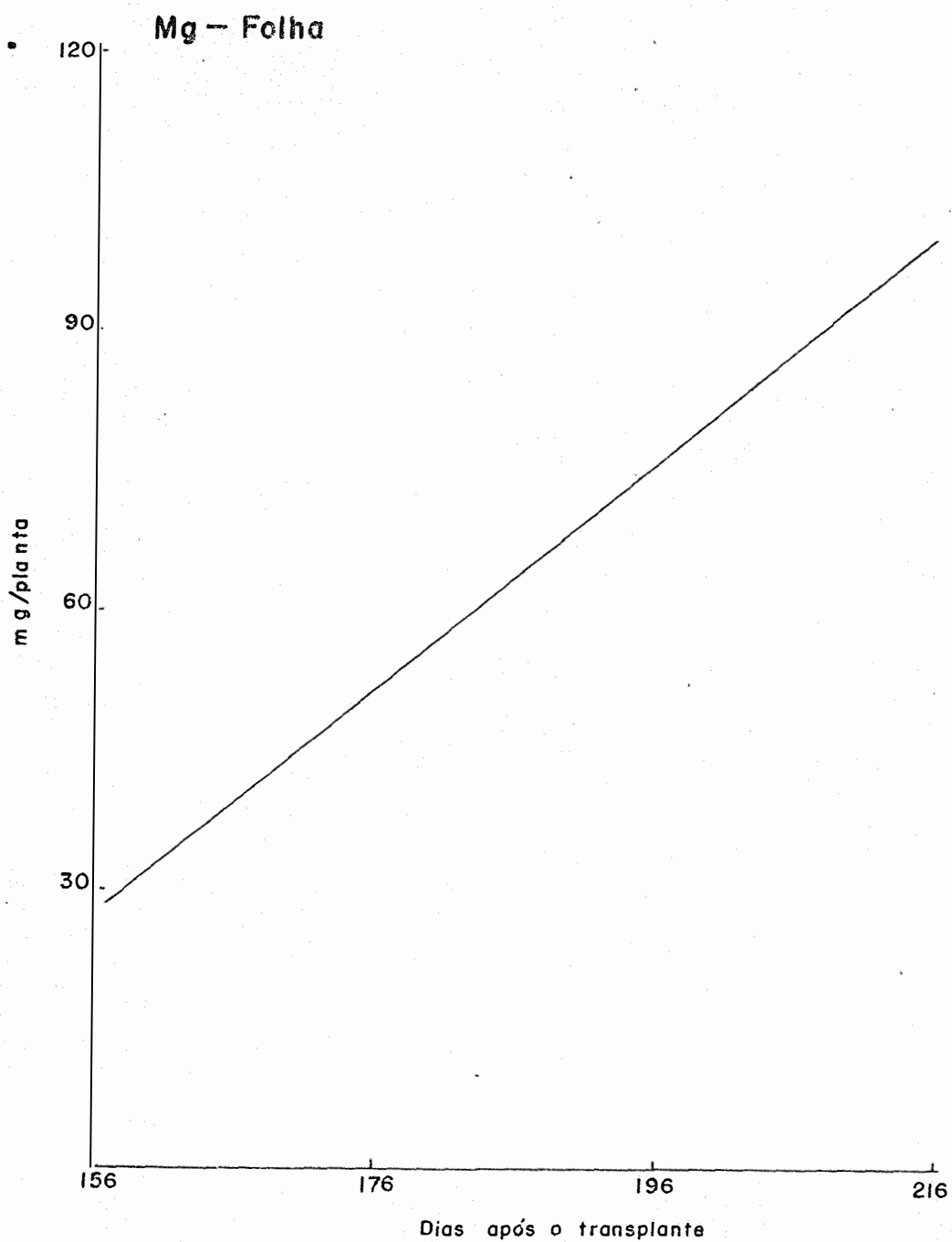
Estatísticas dentro de cultivares em relação a frutos - D.M.S. (Tukey 5%) = 15,30



$$\hat{Y} = -43,923 + 0,589 X$$

$$(r^2=0,93)$$

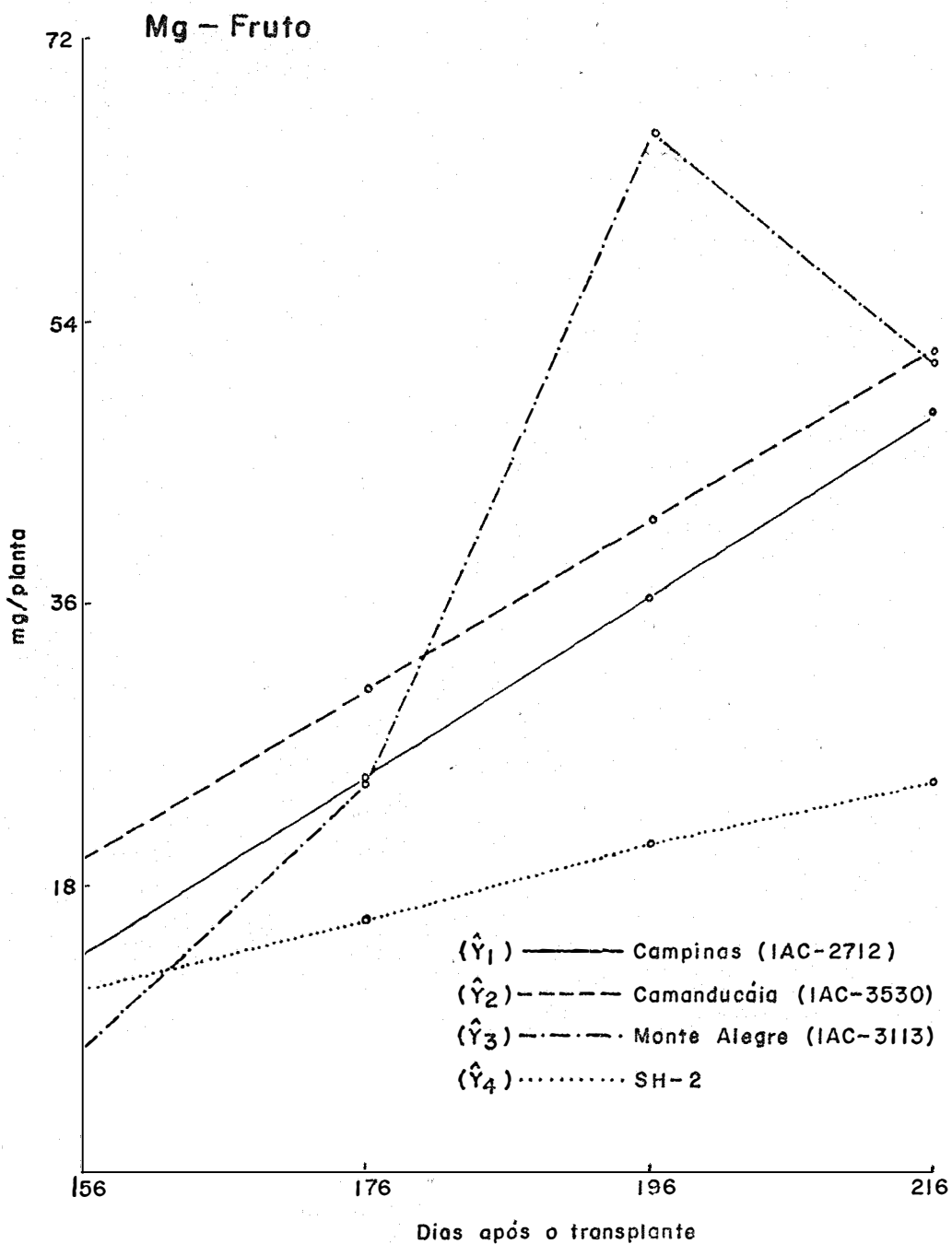
Fig. 16 - Regressão representativa da absorção média do magnésio pelos caules dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y} = -15,962 + 0,603 X$$

$$(r^2=0,98)$$

Fig. 17 - Regressão representativa da absorção média de magnésio pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = -75,870 + 0,580 X \quad (r^2=0,91)$$

$$\hat{Y}_2 = -65,423 + 0,550 X \quad (r^2=0,97)$$

$$\hat{Y}_3 = 9936,588 - 167,626 X + 93,273 \cdot 10^{-2} X^2 - 17,060 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -20,872 + 0,214 X \quad (r^2=0,74)$$

Fig. 18 - Regressões representativas da absorção de magnésio pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

reu uma maior demanda do nutriente pelos órgãos dos cultivares.

Os pontos de máxima extração, e a época em que os cultivares apresentam essa quantidade nos órgãos são apresentados na página seguinte.

Verifica-se pelos dados que a extração máxima de Mg por caules e folhas foram as seguintes: 71 mg e 102 mg com ponto de máxima aos 196 dias. A extração do nutriente pelos frutos está variando entre os cultivares de 25 mg a 73 mg, com pontos de máxima entre 203 dias e 216 dias, sendo o cultivar Monte Alegre (IAC-3113) o mais precoce (203 dias) enquanto os demais cultivares só o atingiram após 13 dias.

Citações sobre extração de Mg por cultivares de morangueiro não foram encontradas na literatura.

Os totais máximos de Mg em kg/ha extraídos pelos cultivares variam de 30 kg a 37 kg, enquanto a extração do nutriente pelos órgãos foi a seguinte: caules - 11 kg/ha; folhas - 15 kg/ha e frutos de 4 kg/ha a 11 kg/ha. Comparando-se as extrações de Mg realizadas pelos órgãos dos cultivares com as quantidades extraídas de N, P e K, verifica-se que as exigências do morangueiro em Mg são bem menores. Este fato é mencionado por BOULD (1964), quando afirma que as exigências do morangueiro pelo Mg são relativamente baixas.

Com relação à concentração do nutriente nos órgãos, as folhas apresentam intervalos de variação mais amplos (0,34% a 0,44%) entre o crescimento inicial das plantas até os 76 dias na floração e (0,36% a 0,50%) aos 196 dias na frutificação.

Como indicação à diagnose foliar do morangueiro aos 76 dias, época de maior concentração de Mg, apresenta uma faixa de 0,34% a 0,44% nas folhas e de 0,16% a 0,24% nos caules.

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima de Mg extraída em mg nos órgãos, por planta e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (mg/planta)		Ponto de Inflexão (dias)				
	caule	folha fruto	caule	folha fruto	caule	folha fruto			
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	71	102	49	222	-	-
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	216	71	102	53	226	-	-
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	203	71	102	73	246	-	182
SH-2	196	196	216	71	102	25	198	-	-

4.2.6 - Enxofre

Os valores da concentração e as quantidades de S nos órgãos dos cultivares encontram-se na Tabela 9.

As análises da variância conjunta correspondentes às partes vegetativas e reprodutivas, mostraram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta dos valores em mg de S nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	19.031,71	19.031,71	72,71**
Cultivares	3	1.682,00	560,67	2,13
Órgãos x Cultivares	3	106,89	35,63	0,14
Resíduo (a)	24	6.290,23	262,09	

Parcelas	31	27.110,83		

Épocas	3	41.265,41	13.755,13	48,51**
Órgãos x Épocas	3	2.715,21	905,07	3,19*
Cultivares x Épocas	9	15.065,77	1.673,97	5,91**
Órgãos x Cult. x Épocas	9	4.545,17	505,02	1,79
Resíduo (b)	72	20.419,17	283,60	

TOTAL	127	84.011,56		

B) Análise da variância conjunta dos valores em mg de S nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	3.399,50	1.133,17	11,90**
Resíduo (a)	12	1.143,17	95,27	

Parcelas	15	4.542,67		

Épocas	3	10.343,58	3.447,86	40,48**
Cultivares x Épocas	9	5.660,23	6.280,91	7,39**
Resíduo (b)	36	3.066,28	85,18	

TOTAL	63	23.612,76		

Os cultivares não diferiram na absorção do S em relação a caules e folhas, tendo os mesmos diferido somente em relação a frutos.

A interação cultivares x épocas foi significativa a 1% de probabilidade, tanto em relação a caules e folhas, como em relação a frutos, mostrando que existe uma dependência entre cultivares e épocas de absorção do nutriente. Procedeu-se o desdobramento através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cada cultivar.

As análises de regressão mostram que as curvas que descrevem a acumulação de S nos órgãos dos cultivares correspondem a regressões do 1º, 2º e 3º grau, e estão representadas nas Figuras 19, 20 e 21.

A acumulação de S nos caules em todos os cultivares seguem um comportamento retilíneo como mostra a Figura 19. A acumulação do S nas folhas pelos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-

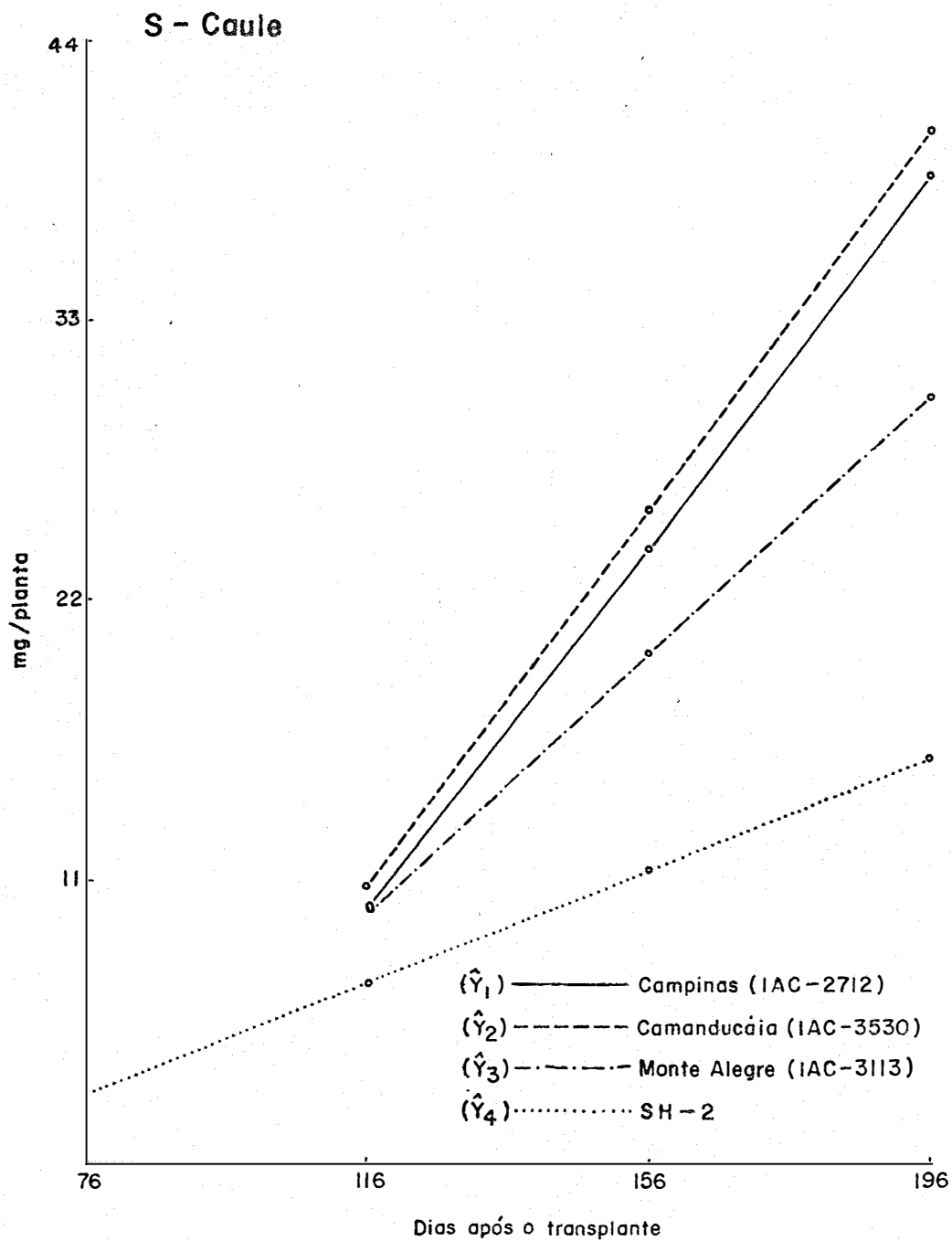
Tabela 9. Concentração e quantidade de enxofre nos grãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	GRÃO	E N X O F R E																	
		76		116		156		176		196		216							
		mg/ol	kg/ha	mg/ol	kg/ha	mg/ol	kg/ha	mg/ol	kg/ha	mg/ol	kg/ha	mg/ol	kg/ha						
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	0,06	0,87	0,14	0,12	8,43	1,27	0,07	10,95	1,65	0,10	25,34	3,93	0,21	49,75	7,16	0,08	25,34	3,50
	folha	0,16	11,06	1,66	0,22	22,35	3,36	0,12	27,02	4,05	0,17	52,93	7,94	0,30	116,02	17,40	0,19	73,00	10,95
	fruto	---	---	---	0,12	1,82	0,27	0,11	7,71	1,16	0,16	20,06	3,01	0,29	43,15	6,48	0,11	21,66	3,25
	total	4,93	1,80	32,60	4,90	45,60	6,65	98,33	14,75	208,90	31,04	116,00	17,70						
CAMARUÇUAIA (IAC-3530)	caule	0,04	0,58	0,09	0,18	13,47	2,03	0,08	7,94	1,19	0,08	14,88	2,23	0,25	53,38	8,01	0,08	14,94	2,24
	folha	0,15	10,11	1,52	0,24	31,70	4,76	0,16	46,67	7,01	0,22	60,56	9,03	0,34	84,82	12,72	0,22	59,07	15,37
	fruto	---	---	---	0,17	4,59	0,69	0,14	12,41	1,87	0,14	19,44	2,92	0,32	50,86	9,53	0,14	29,03	4,36
	total	10,69	1,61	49,76	7,48	67,02	10,07	94,82	14,23	195,05	29,26	133,04	19,97						
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	0,09	3,11	0,47	0,09	7,82	1,17	0,12	14,44	2,17	0,11	15,38	2,31	0,18	37,94	5,69	0,20	31,50	4,73
	folha	0,16	16,12	2,42	0,16	31,73	4,76	0,20	44,02	6,60	0,26	56,97	9,55	0,50	57,62	9,64	0,55	107,25	16,09
	fruto	---	---	---	0,16	3,16	0,47	0,11	4,99	0,75	0,21	23,08	3,46	0,24	45,70	7,01	0,25	54,91	8,74
	total	19,23	2,89	42,71	6,40	63,45	9,52	95,43	14,32	142,25	21,34	205,57	30,56						
SM-2	caule	0,03	0,47	0,08	0,19	14,14	2,12	0,08	6,35	0,96	0,08	9,28	1,39	0,10	18,03	2,71	0,24	48,02	7,26
	folha	0,23	12,30	1,65	0,27	39,73	5,96	0,29	54,85	8,23	0,15	33,98	5,10	0,16	31,72	4,76	0,52	105,92	15,57
	fruto	---	---	---	---	---	---	0,26	8,17	1,23	0,18	14,08	2,11	0,16	14,80	2,22	0,22	24,40	3,56
	total	12,77	1,93	53,67	8,08	69,37	10,42	57,34	8,60	64,55	9,69	175,24	26,43						

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S.(Tukey 5%) = 22,20

Épocas dentro de cultivares em relação a frutos - D.M.S.(Tukey 5%) = 17,60



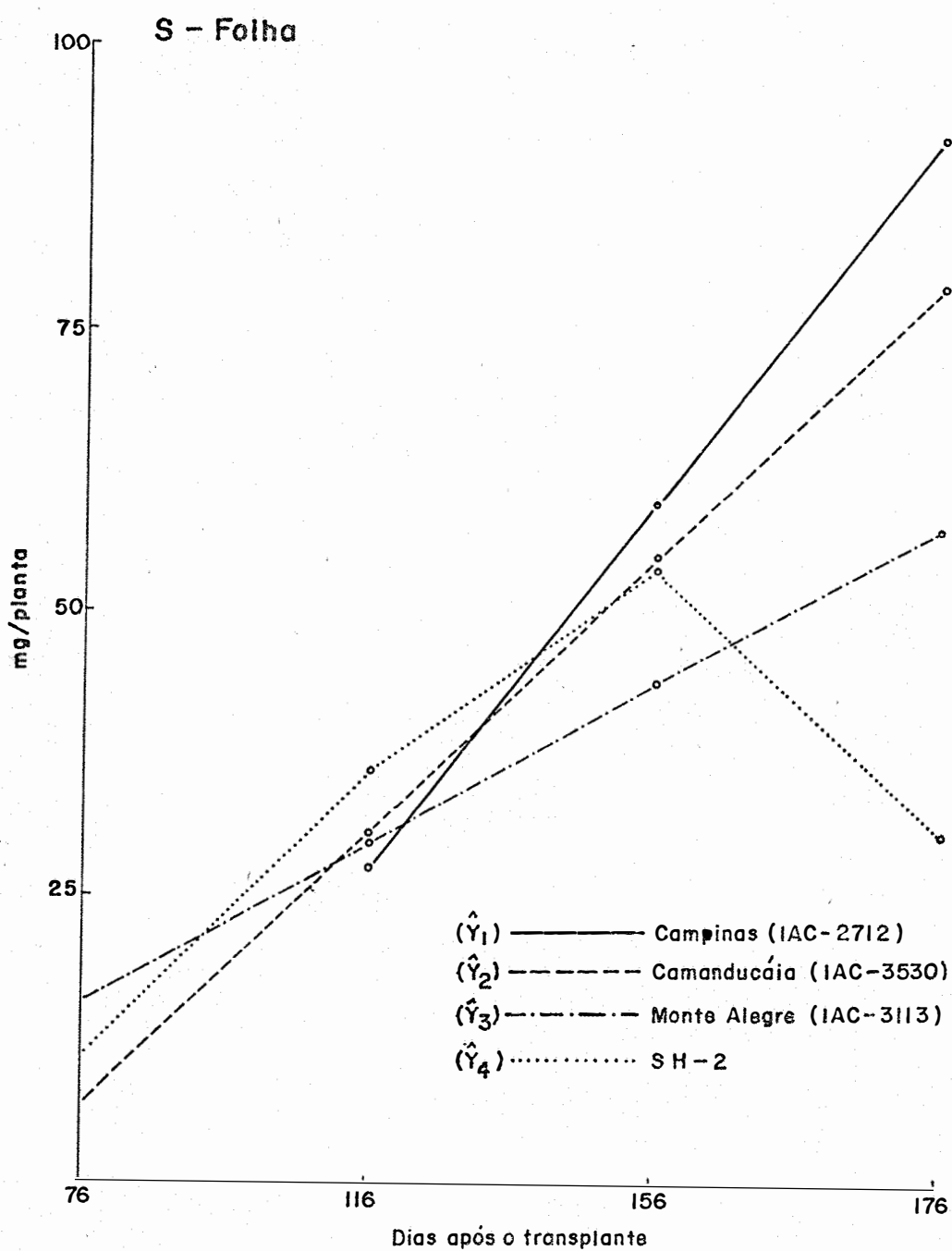
$$\hat{Y}_1 = -33,206 + 0,372 X \quad (r^2=0,77)$$

$$\hat{Y}_2 = -33,141 + 0,382 X \quad (r^2=0,69)$$

$$\hat{Y}_3 = -21,954 + 0,278 X \quad (r^2=0,86)$$

$$\hat{Y}_4 = -5,517 + 0,112 X \quad (r^2=0,57)$$

Fig. 19 - Regressões representativas da absorção de enxofre pelos caules dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



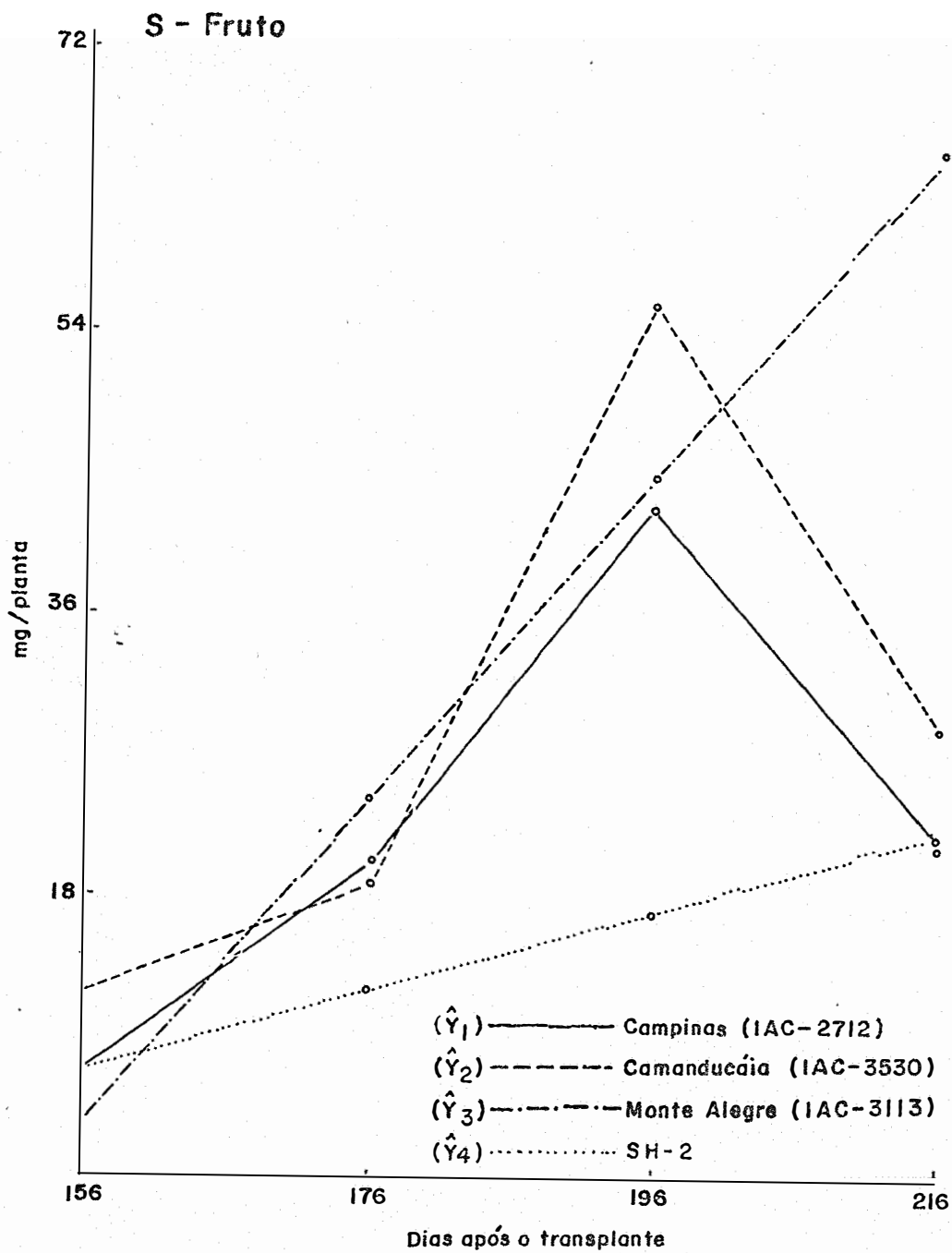
$$\hat{Y}_1 = -64,528 + 0,798 X \quad (r^2=0,72)$$

$$\hat{Y}_2 = -37,967 + 0,598 X \quad (r^2=0,96)$$

$$\hat{Y}_3 = -9,128 + 0,341 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -120,620 + 23,324 \cdot 10^{-1} X + 79,007 \cdot 10^{-4} X^2 \quad (r^2=0,96)$$

Fig. 20 - Regressões representativas da absorção de enxofre pelas folhas dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = 6482,587 - 110,488 X + 62,200 \cdot 10^{-2} X^2 - 11,525 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = 11720,551 - 196,583 X + 10,899 \cdot 10^{-3} X^2 - 19,921 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = -154,206 + 1,016 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -30,581 + 0,246 X \quad (r^2=0,90)$$

Fig. 21 - Regressões representativas da absorção de enxofre pelos frutos dos cultivares em mg/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), também seguem comportamento retilíneo, enquanto a absorção pelo cultivar SH-2 é curvilíneo.

A absorção do S pelos frutos nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530), adaptam-se ao comportamento curvilíneo enquanto os cultivares Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 comportam-se de modo linear (Figura 21).

A extração máxima de S pelos órgãos dos cultivares, e a época em que se deu esse fenômeno, são mostrados na página seguinte.

As quantidades extraídas pelos órgãos variam de 16 mg a 41 mg nos caules, nas folhas de 51 mg a 92 mg e nos frutos de 22 mg a 65 mg. Os pontos de máxima extração em relação aos caules em todos os cultivares cumprem-se aos 196 dias, para folhas, esses valores variam entre os 147 dias e os 196 dias, destacando-se o cultivar SH-2 como o mais precoce, e os demais tardios. Para os frutos, o intervalo de variação para pontos de máxima extração vão dos 199 dias aos 216 dias, sobressaindo-se os cultivares Campinas (IAC-2712) e Camanducaia (IAC-3530) por serem os mais precoces, atingindo a época de maior exigência pelo S aos 179 dias e aos 182 dias.

A partir dos totais extraídos pelos cultivares, observa-se que a menor extração (13 kg/ha) é realizada pelo cultivar SH-2 e a maior (27 kg/ha) pelo cultivar Camanducaia (IAC-3530). As extrações do S pelos órgãos, obedecem à seguinte ordem: folhas (8 kg a 14 kg), frutos (3 kg a 9 kg) e caules (2 kg a 9 kg). Confrontando-se as quantidades de S extraídas pelos órgãos dos cultivares com as extraídas de N, P, K, Ca e Mg, constata-se que no conjunto, as exigências em S entre os cultivares são menores do que as exigências por esses nutrientes. Dados referentes à extração do S por cultivares de morangueiro, não foram encontrados na literatura.

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima de S extraída em mg nos órgãos por planta e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (mg/planta)			Ponto de Inflexão (dias)				
	caule	folha fruto	caule	folha	fruto	Total	caule	folha	fruto	
Campinas (IAC-2712)	196	196	199	39	92	44	175	-	-	179
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	201	41	79	59	179	-	-	182
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	216	32	57	65	154	-	-	-
SH-2	196	147	216	16	51	22	89	-	-	-

Observando-se os dados da concentração (Tabela 9) nos órgãos, verifica-se que o teor percentual do nutriente é mais elevado em: folhas, frutos e caules. Nas folhas e nos caules esses valores tendem a decrescer quando se intensifica a frutificação, com exceção dos cultivares Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 que apresentam maior estabilidade na concentração até aos 216 dias pós transplante. Este fato está de acordo com JOHN et alii (1975) quando menciona que a concentração do S decresceu rapidamente nos pecíolos e nas folhas durante a floração e frutificação, estando ainda de acordo com este autor os dados da concentração encontrados nos demais órgãos dos cultivares. Nos frutos, a concentração do S no global apresenta valores crescente até aos 196 dias com exceção dos cultivares Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 que se sobressaem entre os demais com 0,26% e 0,22% de S nos frutos aos 216 dias, o que parece refletir até certo ponto o comportamento linear do conteúdo de S nos frutos desses cultivares como mostra a Figura 21.

Para efeito de diagnose foliar apresentamos as variações nas concentrações encontradas nas folhas (0,15% a 0,23%) e nos caules (0,03% a 0,09%) aos 76 dias após o transplante por corresponder ao estágio de floração, época em que as taxas de absorção do nutriente são mais elevadas.

4.3 - Micronutrientes

4.3.1 - Boro

Os valores da concentração e as quantidades de B nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 10.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de B nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	11.805.417,33	11.805.417,33	107,53**
Cultivares	3	2.538.336,95	846.112,32	7,71**
Órgãos x Cultivares	3	656.459,12	218.819,71	1,99
Resíduo (a)	24	2.634.883,06	109.786,79	
Parcelas	31	17.635.096,46		
Épocas	3	17.091.630,02	5.697.210,01	47,18**
Órgãos x Épocas	3	3.665.894,07	1.221.964,69	10,11**
Cultivares x Épocas	9	3.752.657,37	416.961,93	3,46**
Órgãos x Cult. x Épocas	9	1.395.008,19	155.000,91	1,28
Resíduo (b)	72	8.695.287,33	120.767,88	
TOTAL	127	52.235.573,44		

B) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de B nos frutos dos cultivares.

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

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

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

Em vista disso, efetuou-se o desdobramento através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares. O ajuste recaiu sobre equações do 1º, do 2º e do 3º grau, como mostram as Figuras 22, 23 e 24. Em todos os cultivares, a absorção pelos caules se comportou seguindo regressões lineares, o mesmo não se verificou em relação à absorção pelas folhas, nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), que se adaptaram a regressões do 3º grau. Enquanto isso, a absorção pelas folhas no cultivar SH-2 apresentou um comportamento linear.

Por outro lado, a acumulação do nutriente pelos frutos, nos cultivares Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530) e Monte Alegre (IAC-3113), adaptou-se a regressões do 2º grau e do 3º grau (Figura 24), enquanto a acumulação do cultivar SH-2 é expressa por uma regressão linear.

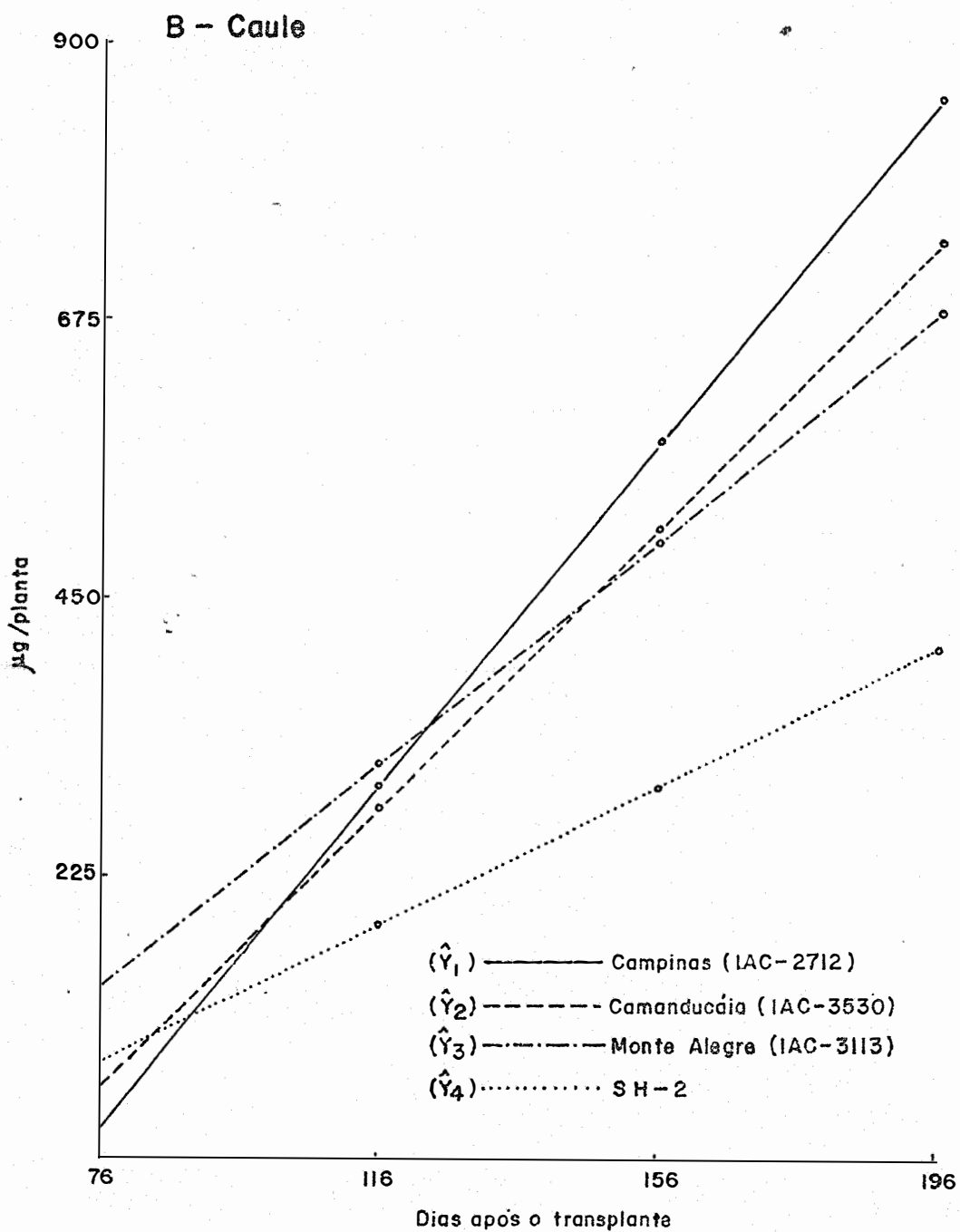
Tabela 10. Concentração e quantidade de boro nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	B O R O																	
		116		156		176		196		216									
		ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*	ppm mg/100 g/hex*								
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	39,9	61	9	31,2	201	30	46,1	715	107	32,2	614	122	35,1	653	129	20,0	697	105
	folha	45,4	293	44	41,8	450	67	79,7	1653	278	62,7	1968	295	54,8	1615	242	26,5	1025	153
	fruto	---	---	---	31,3	47	7	37,3	256	38	34,2	419	63	38,5	608	91	19,3	373	56
	total	354	53	698	104	2825	423	3201	480	5087	462	2695	314	2653	397				
CAMARQUEIA (IAC-3530)	caule	46,1	57	9	35,4	289	43	57,1	569	95	38,9	790	110	35,0	752	114	26,1	500	75
	folha	42,9	289	43	52,7	764	114	76,5	2134	323	58,5	1712	257	62,5	1645	247	37,0	1540	231
	fruto	---	---	---	25,5	67	10	45,5	403	60	27,5	401	60	43,6	772	115	27,0	613	91
	total	346	52	1119	167	3126	468	2903	435	3175	476	2653	397						
MONTI ALEGRE (IAC-3113)	caule	44,1	151	23	30,0	245	37	53,1	672	101	33,0	407	61	30,0	645	97	24,9	366	55
	folha	55,2	602	90	53,8	1017	152	86,1	1953	293	53,4	1196	179	40,5	725	109	38,5	1228	164
	fruto	---	---	---	23,4	47	7	56,6	264	39	24,0	254	38	36,6	756	113	31,0	762	114
	total	753	113	1309	196	2690	433	1857	273	2129	319	2356	353						
SP-2	caule	45,0	71	11	35,9	242	36	37,5	252	38	35,4	323	79	26,5	463	69	22,5	453	69
	folha	44,0	241	36	41,3	475	71	54,6	931	140	56,0	1452	219	45,0	662	129	35,4	1209	181
	fruto	---	---	---	---	---	---	28,0	85	12	33,1	249	37	30,8	316	47	33,2	444	67
	total	312	47	717	107	1268	190	2234	335	1641	245	2106	316						

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

lôcas dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S. (Tukey 5%) = 450,28

lôcas dentro de cultivares em relação a frutos - D.M.S. (Tukey 5%) = 254,76



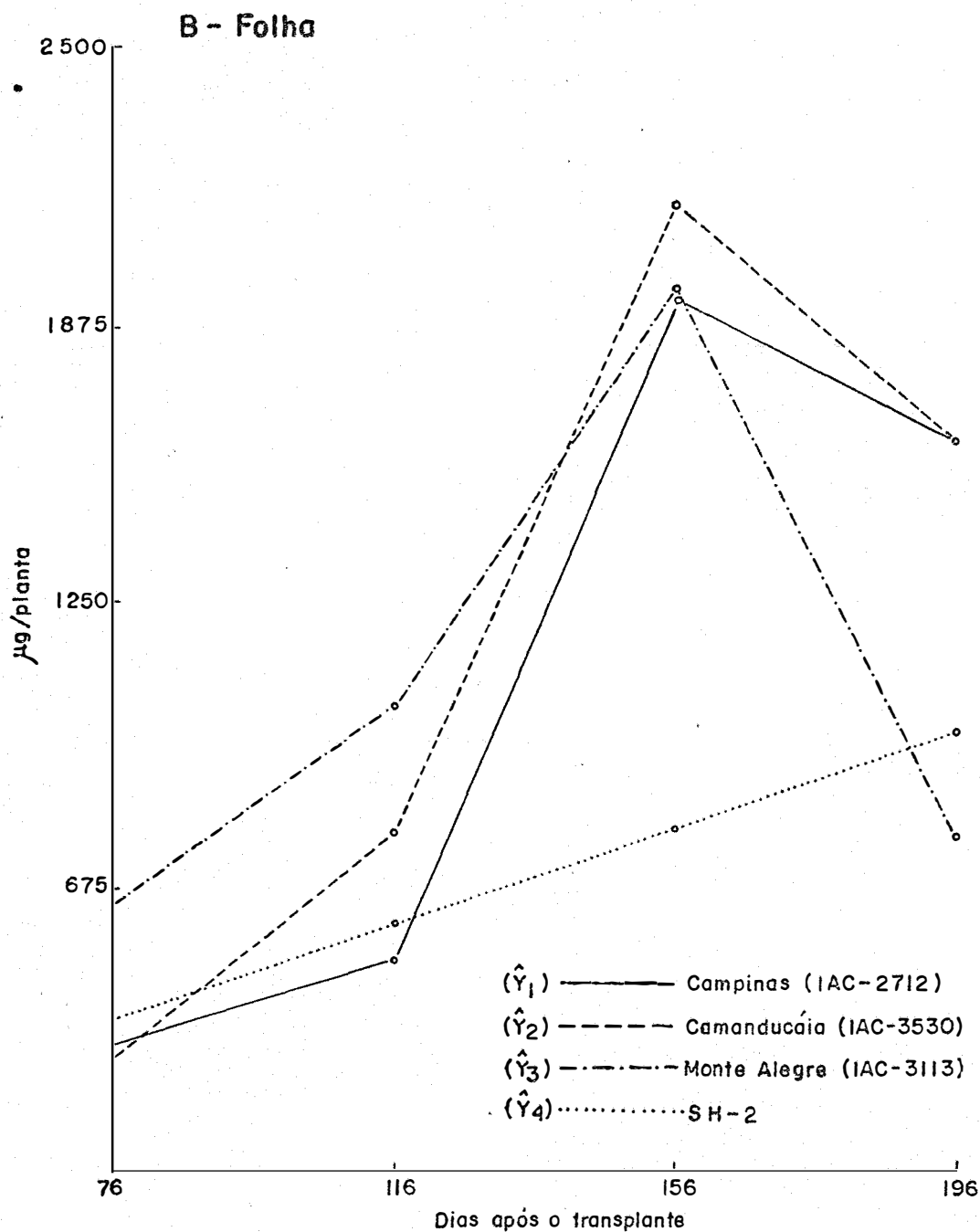
$$\hat{Y}_1 = -533,230 + 7,305 X \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_2 = -392,537 + 5,960 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = -219,873 + 4,768 X \quad (r^2=0,83)$$

$$\hat{Y}_4 = -147,264 + 2,972 X \quad (r^2=0,91)$$

Fig. 22 - Regressões representativas da absorção de boro pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



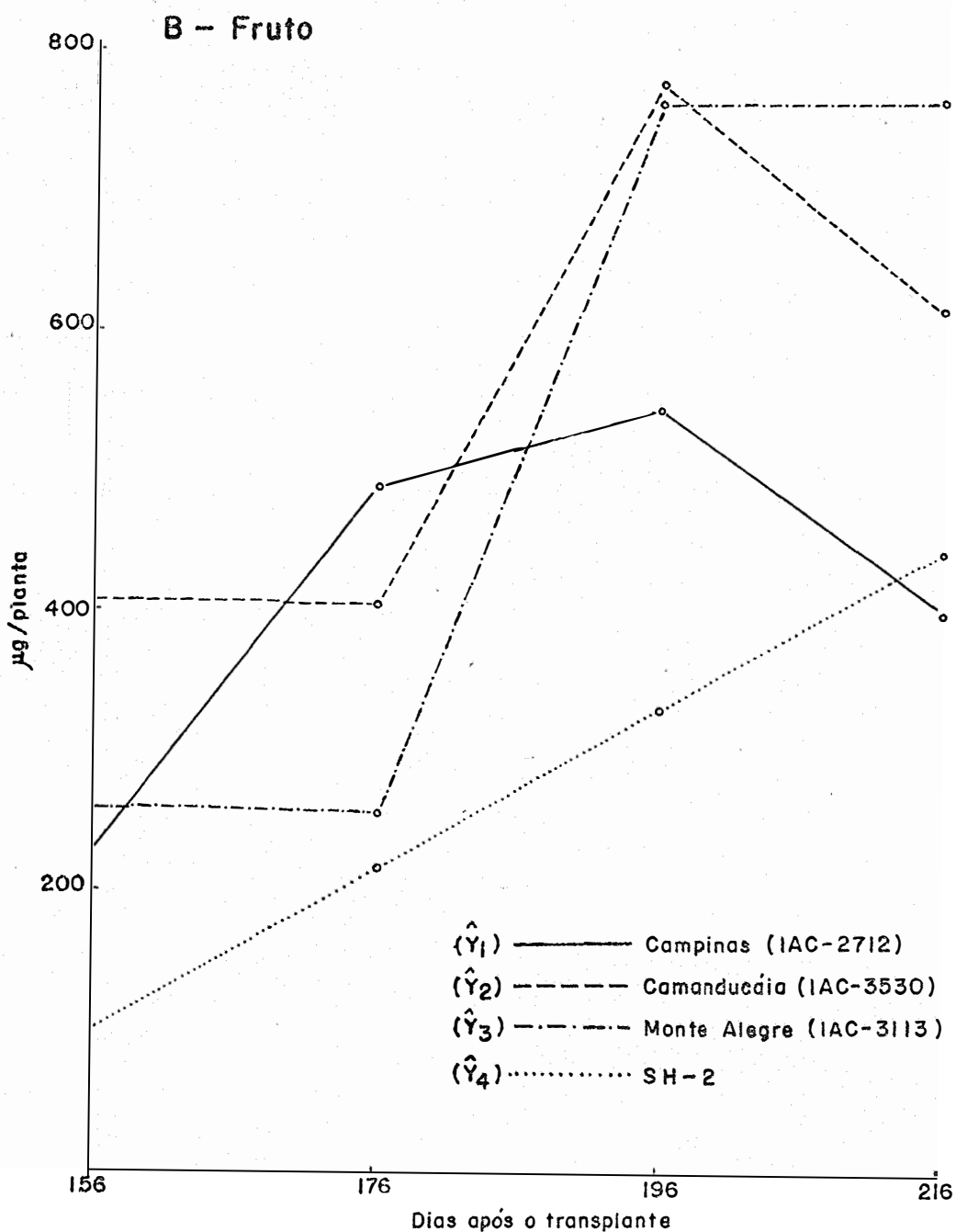
$$\hat{Y}_1 = 13765,803 - 362,225 X + 30,048 \cdot 10^{-3} X^2 - 75,149 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = 11992,606 - 327,299 X + 28,375 \cdot 10^{-1} X^2 - 73,314 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = 10842,971 - 291,392 X + 25,915 \cdot 10^{-1} X^2 - 69,802 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -102,778 + 5,552 X \quad (r^2=0,83)$$

Fig. 23 - Regressões representativas da absorção do boro pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = -8586,865 + 95,414 X - 24,919 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,85)$$

$$\hat{Y}_2 = 114666,117 - 1899,041 X + 10,418 X^2 - 18,846 \cdot 10^{-3} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_3 = 130756,033 - 2153,419 X + 11,715 X^2 - 20,977 \cdot 10^{-3} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -78,975 + 5,716 X \quad (r^2=0,97)$$

Fig. 24 - Regressões representativas da absorção do boro pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).

Os pontos de máxima, com as respectivas quantidades nos órgãos, e os pontos de inflexão são mostrados pelos dados que seguem.

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

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

Com relação à extração dos cultivares pelos órgãos, o cultivar Campinas (IAC-2712) extraiu 898 μg de B através dos caules, contra 775 μg do cultivar Camanducaia (IAC-3530), enquanto este último, superou o primeiro em relação à extração pelas folhas, com extração de 2.337 μg de B contra 366 μg do primeiro. Uma menor proporção em rela-

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima extraída em µg de B nos órgãos por planta, e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (µg/planta)		Ponto de Inflexão (dias)					
	caule	folha fruto	caule	folha fruto	caule	folha fruto				
Campinas (IAC-2712)	196	174	191	898	2.121	546	3.565	-	133	-
Camanducaia (IAC-3530)	196	170	203	775	2.337	823	3.935	-	129	184
Monte Alegre (IAC-3113)	196	161	206	714	1.973	884	3.571	-	123	186
SH-2	196	196	216	435	985	444	1.864	-	-	-

ção à extração do nutriente nos caules e nas folhas, estão os cultivares Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2 com 714 μg e 435 μg de B nos caules e 1.973 μg e 985 μg do nutriente nas folhas.

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

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

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

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

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

As variações na extração máxima de B em g/ha por caules, folhas e frutos foram as seguintes:

caules: 65 g a 135 g/ha ,

folhas: 148 g a 351 g/ha ,

frutos: 67 g a 133 g/ha .

4.3.2 - Cobre

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

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas, apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Cu nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	878.737,35	878.737,35	7,00**
Cultivares	3	3.337.055,18	1.112.351,73	8,84**
Órgãos x Cultivares	3	963.616,66	321.205,56	2,55
Resíduo (a)	24	3.016.732,56	125.697,20	-

Parcelas	31	8.196.141,75		

Épocas	3	4.592.914,92	1.530.971,65	14,46**
Órgãos x Épocas	3	986.861,58	328.953,86	3,11**
Cultivares x Épocas	9	9.520.699,69	1.057.855,53	10,00**
Órgãos x Cult. x Épocas	9	2.045.439,58	227.271,07	2,15*
Resíduo (b)	72	7.621.418,85	105.853,03	

TOTAL	127	32.963.476,37		

B) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Cu nos frutos dos cultivares.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	191.708,91	63.902,98	5,65**
Resíduo (a)	12	135.714,30	11.309,53	

Parcelas	15	327.423,21		

Épocas	3	513.519,63	171.173,21	20,90**
Cultivares x Épocas	9	222.149,32	24.683,26	3,01**
Resíduo (b)	36	294.916,33	8.192,13	

TOTAL	63	1.358.008,49		

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

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

As curvas que se ajustam ao fenômeno da absorção nos órgãos dos cultivares, correspondem a regressão do 1º, 2º e 3º grau, as quais acham-se expressas nas Figuras 25, 26 e 27.

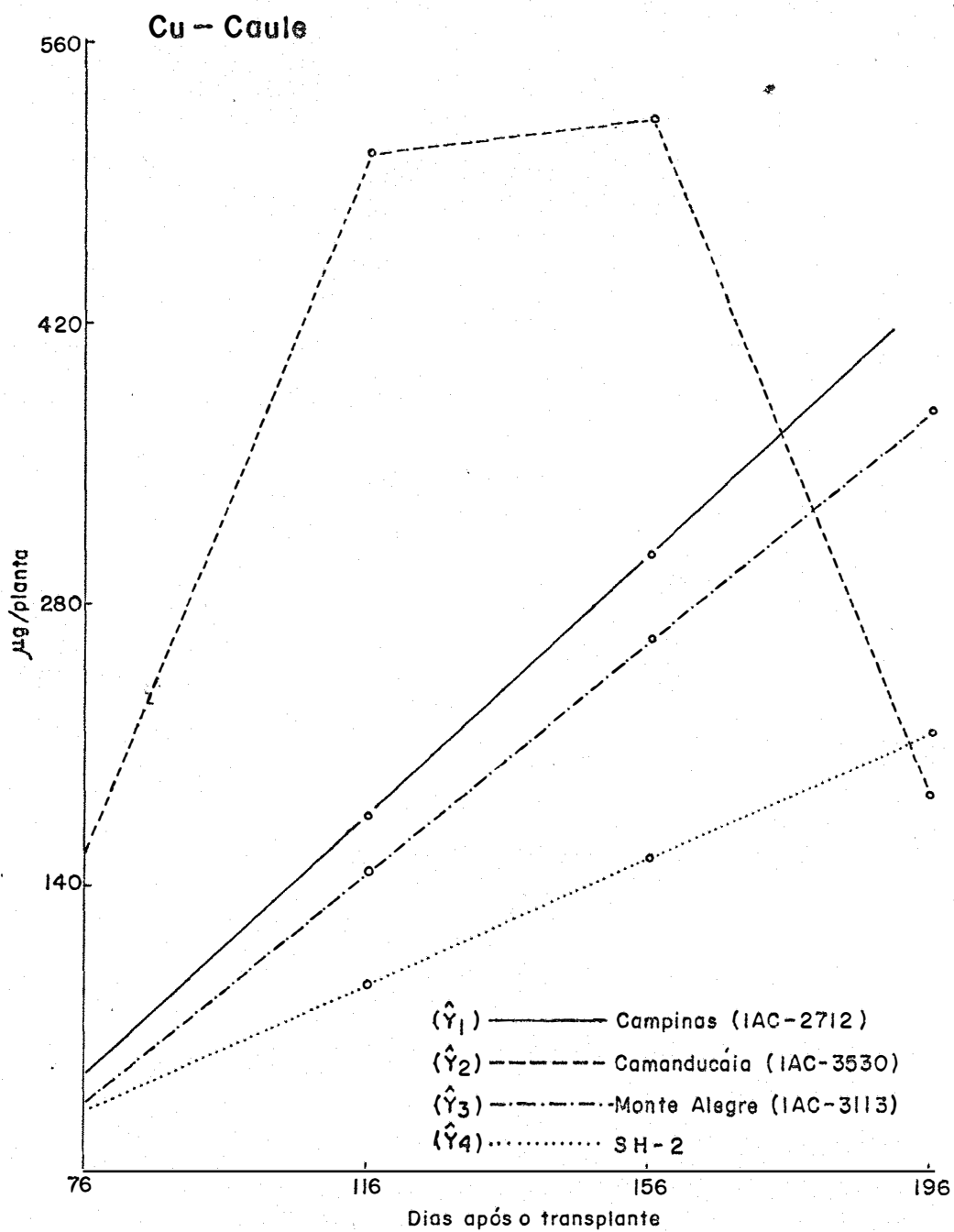
Tabela 11. Concentração e quantidade de cobre nos órgãos dos cultivares em função do estágio do estádio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	C O B R E																	
		76	115	156	176	195	215	DIAS	APÓS	O	T R A N S P L A N T E								
		ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*	ppm µg/g s/hav*						
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	18,0	23	4	42,8	270	40	11,0	175	25	19,5	496	74	17,0	491	72	15,5	481	72
	folha	19,5	119	18	38,0	368	56	11,8	282	42	11,5	357	54	16,8	493	75	18,0	631	102
	fruto	—	—	—	29,5	44	7	14,0	98	15	14,0	172	26	17,5	273	41	18,8	266	40
	total	147	22		702	105		555	93		1025	154		1632	186		1430	214	
CAMANDUCAIA (IAC-3530)	caule	17,8	22	3	118,0	934	140	12,5	125	19	17,3	345	52	16,0	333	50	13,0	257	33
	folha	14,5	97	15	141,0	2419	363	14,3	396	59	14,3	394	59	14,3	363	54	14,5	610	92
	fruto	—	—	—	115,2	334	50	14,0	125	19	12,3	178	27	13,5	241	36	16,5	391	59
	total	119	18		3637	553		645	97		917	138		937	140		1258	189	
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	16,8	57	8	17,8	147	22	17,5	208	31	12,8	160	24	20,3	431	65	13,8	205	31
	folha	20,3	225	34	16,0	295	44	12,3	267	40	12,3	273	41	11,8	224	33	12,0	364	55
	fruto	—	—	—	19,7	30	4	18,3	89	13	18,0	197	29	23,5	501	75	11,5	303	45
	total	282	42		472	70		564	34		630	94		1156	173		872	131	
SM-2	caule	20,8	33	5	19,0	126	19	16,0	105	16	16,3	233	35	15,0	252	38	15,0	321	48
	folha	16,5	91	14	13,8	187	28	12,8	202	30	19,3	405	73	17,3	325	49	16,8	581	97
	fruto	—	—	—	—	—	—	15,6	46	7	17,5	132	19	20,0	188	28	11,6	133	20
	total	124	19		313	47		353	53		850	127		765	115		1035	155	

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Épocas dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S. (Tukey 5%) = 429,06

Épocas dentro de cultivares em relação a frutos - D.M.S. (Tukey 5%) = 172,60



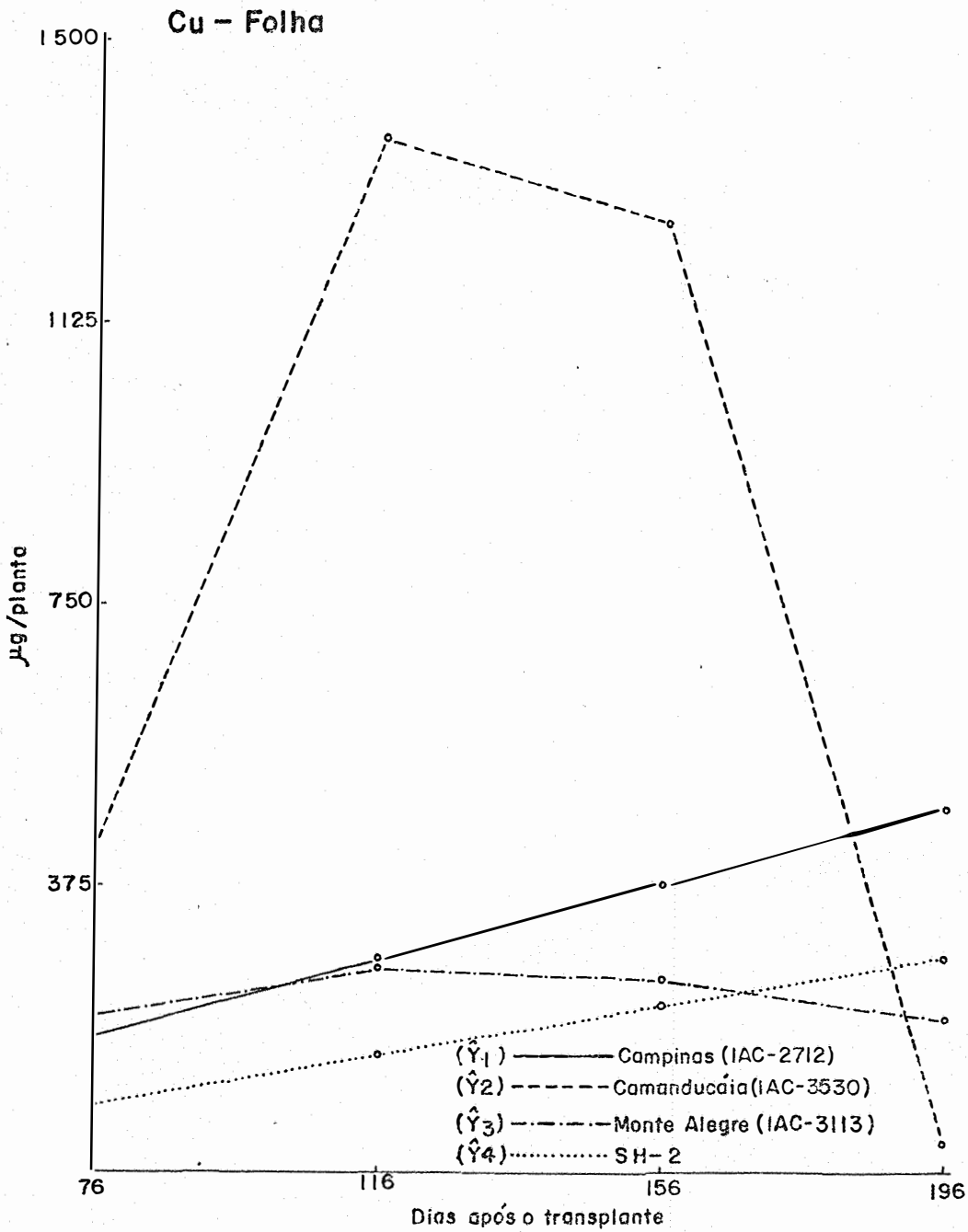
$$\hat{Y}_1 = -190,831 + 3,158 X \quad (r^2=0,73)$$

$$\hat{Y}_2 = -1502,128 + 30,214 X - 10,994 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,41)$$

$$\hat{Y}_3 = -191,246 + 2,953 X \quad (r^2=0,91)$$

$$\hat{Y}_4 = -87,806 + 1,591 X \quad (r^2=0,81)$$

Fig. 25 - Regressões representativas da absorção de cobre pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



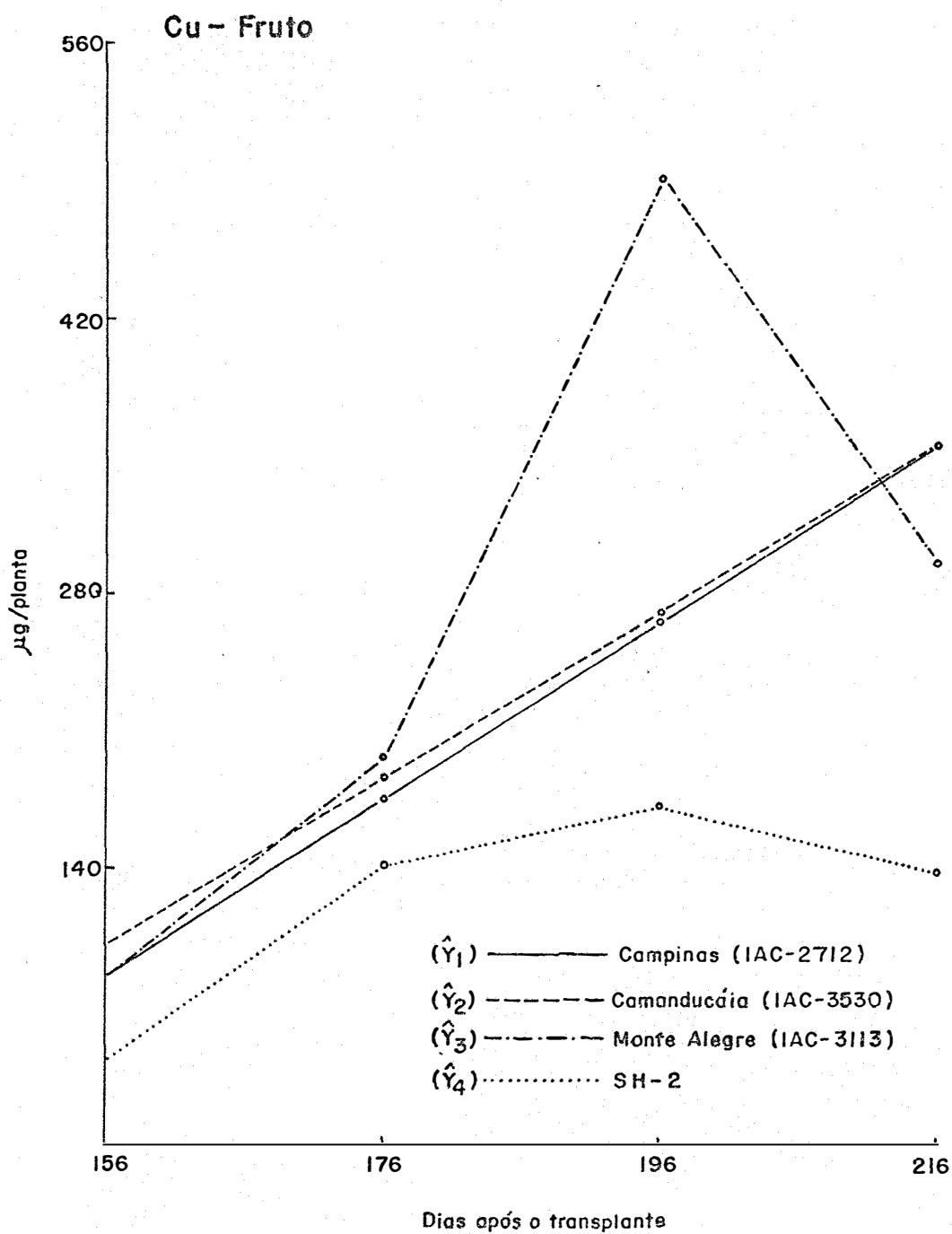
$$\hat{Y}_1 = - 28,378 + 2,575 X \quad (r^2=0,67)$$

$$\hat{Y}_2 = -4834,450 + 97,029 X - 36,800 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,42)$$

$$\hat{Y}_3 = - 27,174 + 47,068 \cdot 10^{-1} X - 17,597 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,89)$$

$$\hat{Y}_4 = - 43,520 + 1,798 X \quad (r^2=0,92)$$

Fig. 26 - Regressões representativas da absorção de cobre pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = - 615,675 + 4,533 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = - 566,807 + 4,303 X \quad (r^2=0,93)$$

$$\hat{Y}_3 = 84183,062 - 1420,734 X + 79,191 X^2 - 14,535 \cdot 10^{-3} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -3171,831 + 34,338 X - 88,059 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,96)$$

Fig. 27 - Regressões representativas da absorção de cobre pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).

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

As quantidades extraídas pelos diversos cultivares variaram entre 224 μg e 573 μg de Cu nos caules e entre os 309 μg e os 1.561 μg nas folhas. Nos frutos a variação ocorreu entre 172 μg e 526 μg .

As quantidades de Cu em g/ha extraídas pelos órgãos dos cultivares foram:

caules: 34 g a 86 g/ha ,

folhas: 43 g a 234 g/ha ,

frutos: 26 g a 79 g/ha .

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

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

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima extraída em µg de Cu nos órgãos por planta e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (µg/planta)		Ponto de Inflexão (dias)					
	caule	folha fruto	caule	folha fruto	Total	caule folha fruto				
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	427	476	363	1.266	-	-	-
Camanducaia (IAC-3530)	137	131	216	573	1.561	362	2.496	-	-	-
Monte Alegre (IAC-3113)	196	133	201	387	287	526	1.200	-	-	181
SH-2	196	196	216	224	309	172	705	-	-	-

ram valores de concentração variando entre 8,1 ppm e 8,8 ppm nas folhas e 4,6 ppm a 4,8 ppm nos pecíolos.

4.3.3 - Ferro

Os valores da concentração e as quantidades de Fe nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 12.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Fe, nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	451.926.412,38	451.926.412,38	23,58**
Cultivares	3	285.540.696,25	95.180.232,10	4,97**
Órgãos x Cultivares	3	78.744.280,07	26.248.093,37	1,37
Resíduo (a)	24	459.932.856,25	19.163.869,02	
Parcelas	31	1.276.144.245,95		
Épocas	3	1.804.783.441,50	601.594.480,50	37,34**
Órgãos x Épocas	3	92.258.156,10	30.752.718,69	1,90
Cultivares x Épocas	9	360.106.904,25	40.011.878,22	2,48*
Órgãos x Cult. x Épocas	9	72.084.240,07	8.009.360,01	0,50
Resíduo (b)	72	1.160.208.761,50	16.114.010,57	
TOTAL	127	4.765.585.749,37		

B) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Fe nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	908.251,888,50	302.750.629,63	3,56*
Resíduo (a)	12	1.021.186.824,50	85.098.902,07	

Parcelas	15	1.929.438.713,00		

Época	3	5.736.114.772,00	1.912.038,257,50	32,36**
Cultivares x Épocas	9	1.446.497.985,50	160.721.998,32	2,73*
Resíduo (b)	36	2.126.633.337,50	59.073.148,24	
TOTAL	63	11.238.684.808,00		

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

Foi significativa também a interação de cultivares com épocas, mostrando uma dependência entre cultivares e épocas de absorção. Levando-se em consideração este aspecto, efetuou-se o desdobramento da interação através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares. Foram adotadas regressões lineares para expressar a extração do Fe nos órgãos, para todos os cultivares como mostram as Figuras 28, 29 e 30.

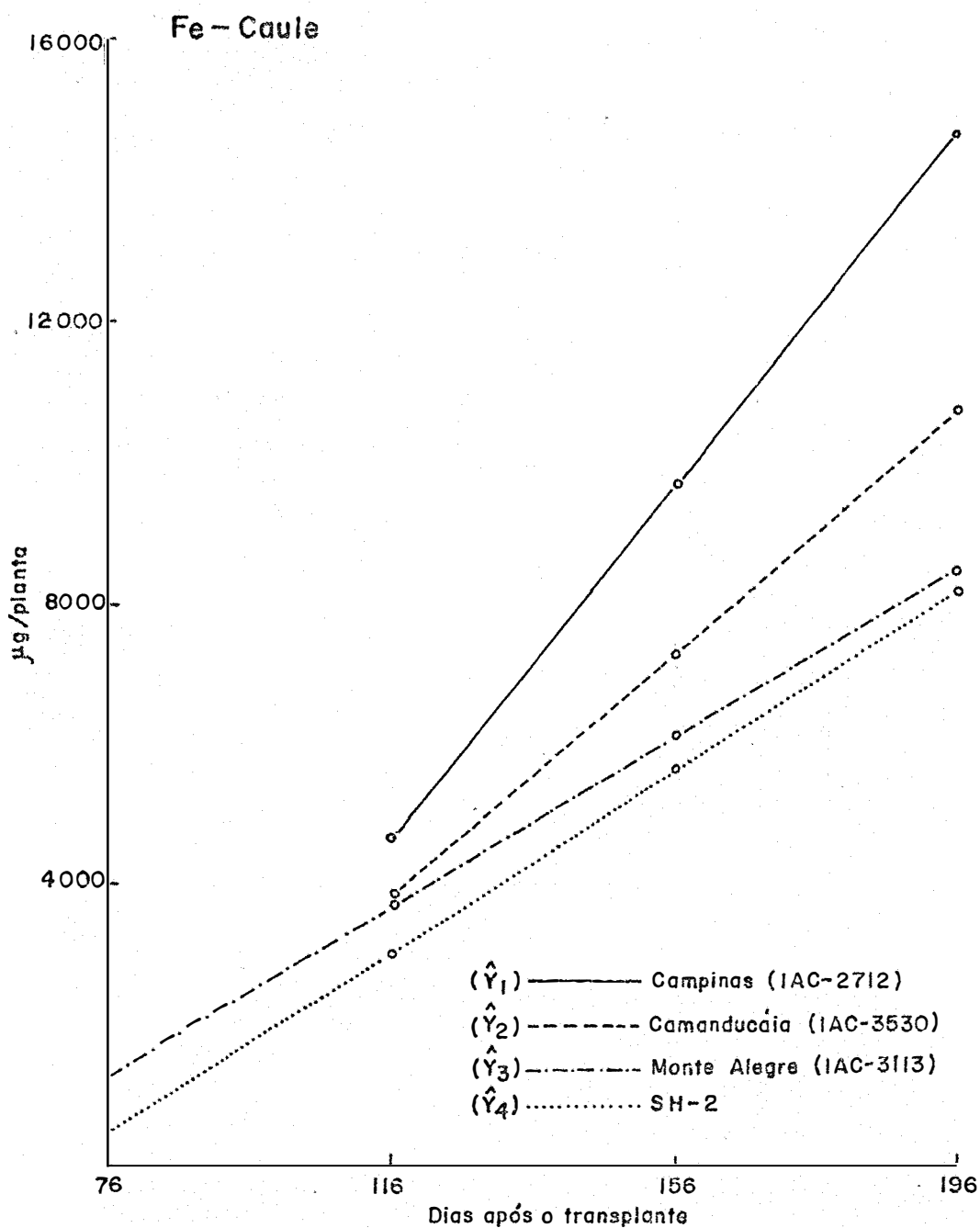
Tabela 12. Concentração e quantidade de ferro nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	F E R R O																	
		76		116		156		176		196		216							
		ppm	µg/g	ppm	µg/g	ppm	µg/g	ppm	µg/g	ppm	µg/g	ppm	µg/g						
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	385	607	51	603	3990	599	546	3124	1219	1169	29331	4400	616	15934	2390	479	13045	2257
	folha	603	3699	565	784	7381	1107	776	16077	2412	523	16379	2457	592	13703	2055	487	19131	2870
	fruto	—	—	—	320	409	73	545	6985	1047	320	6381	957	654	15356	2303	270	29063	3759
	total	4505	675	—	11860	1779	—	31186	4678	—	52091	7014	—	44953	5746	—	59239	6636	—
CAYANOUCAIA (IAC-3530)	caule	268	336	51	577	4588	688	366	3647	547	1538	31503	4785	638	12891	1924	556	18092	1634
	folha	423	2854	428	579	3494	1274	331	9486	1423	838	23671	3551	374	9501	1425	485	20305	3046
	fruto	—	—	—	504	1257	169	528	4816	722	357	11852	1778	579	10355	1553	559	41121	6197
	total	3192	479	—	14339	2151	—	17545	2692	—	67426	10114	—	32747	4912	—	72213	10347	—
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	295	1016	152	501	3997	600	484	6767	1019	1019	12084	1813	379	6198	1228	512	7700	1185
	folha	456	4813	722	609	11787	1768	479	13634	2045	696	15723	2358	691	13400	2010	463	14353	2153
	fruto	—	—	—	499	1028	154	428	4743	711	711	9501	1440	569	17217	2593	533	37292	5693
	total	5929	874	—	16312	2522	—	23164	3774	—	37408	5611	—	30805	5821	—	59245	5901	—
SM-2	caule	433	687	103	613	4216	632	397	2905	436	242	3516	527	571	9695	1454	709	13112	1906
	folha	295	1666	250	653	9115	1367	341	5496	824	403	10299	1545	594	10535	1580	586	18397	2790
	fruto	—	—	—	—	—	—	521	2730	409	191	1500	225	306	14619	2193	371	12940	1941
	total	2353	353	—	13331	1599	—	11131	1659	—	15315	2297	—	34849	5227	—	44549	6597	—

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

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

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



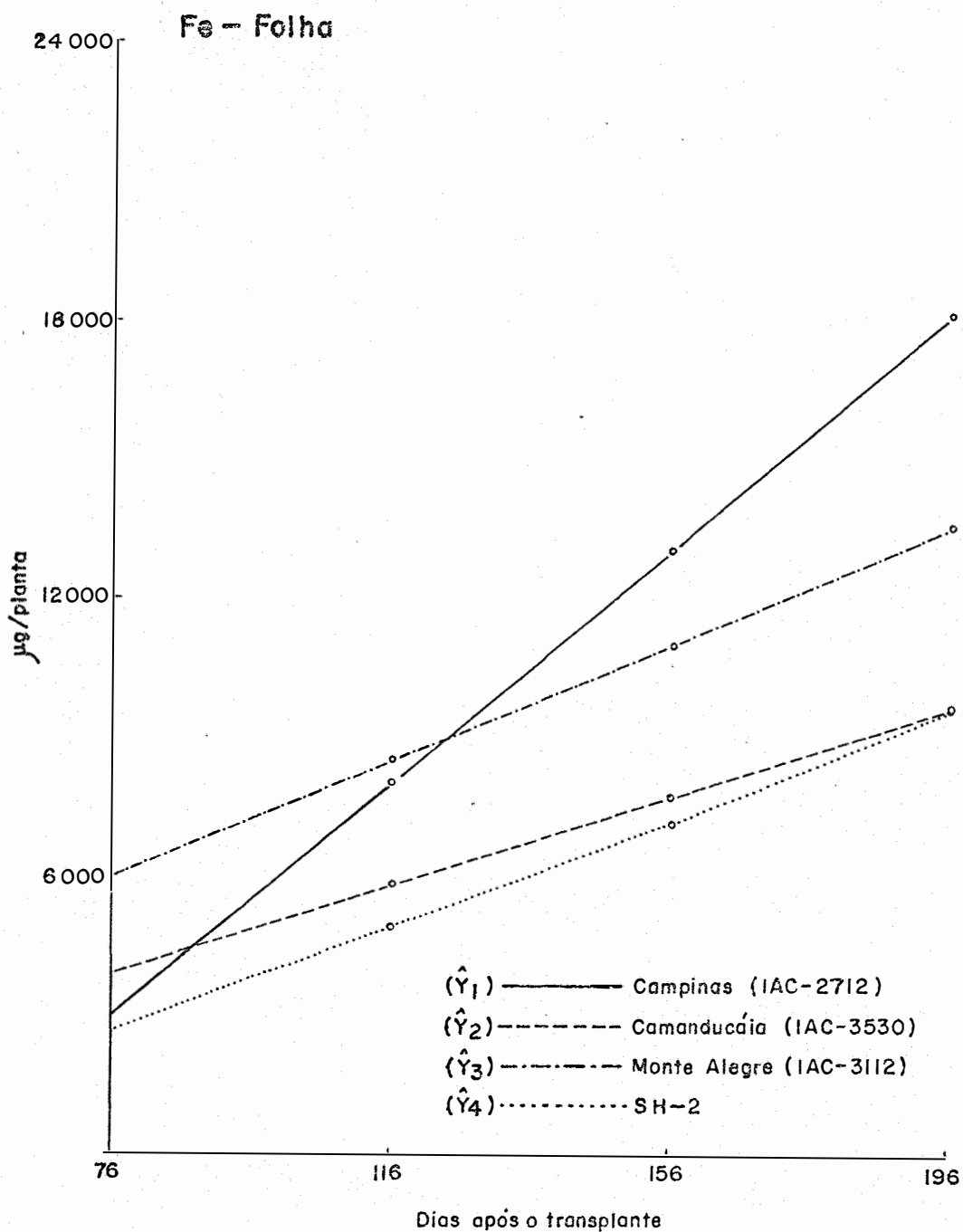
$$\hat{Y}_1 = -9876,004 + 125,291 X \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_2 = -7117,668 + 91,794 X \quad (r^2=0,78)$$

$$\hat{Y}_3 = -3267,352 + 50,767 X \quad (r^2=0,97)$$

$$\hat{Y}_4 = -4366,756 + 64,285 X \quad (r^2=0,74)$$

Fig. 28 - Regressões representativas da absorção de ferro pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



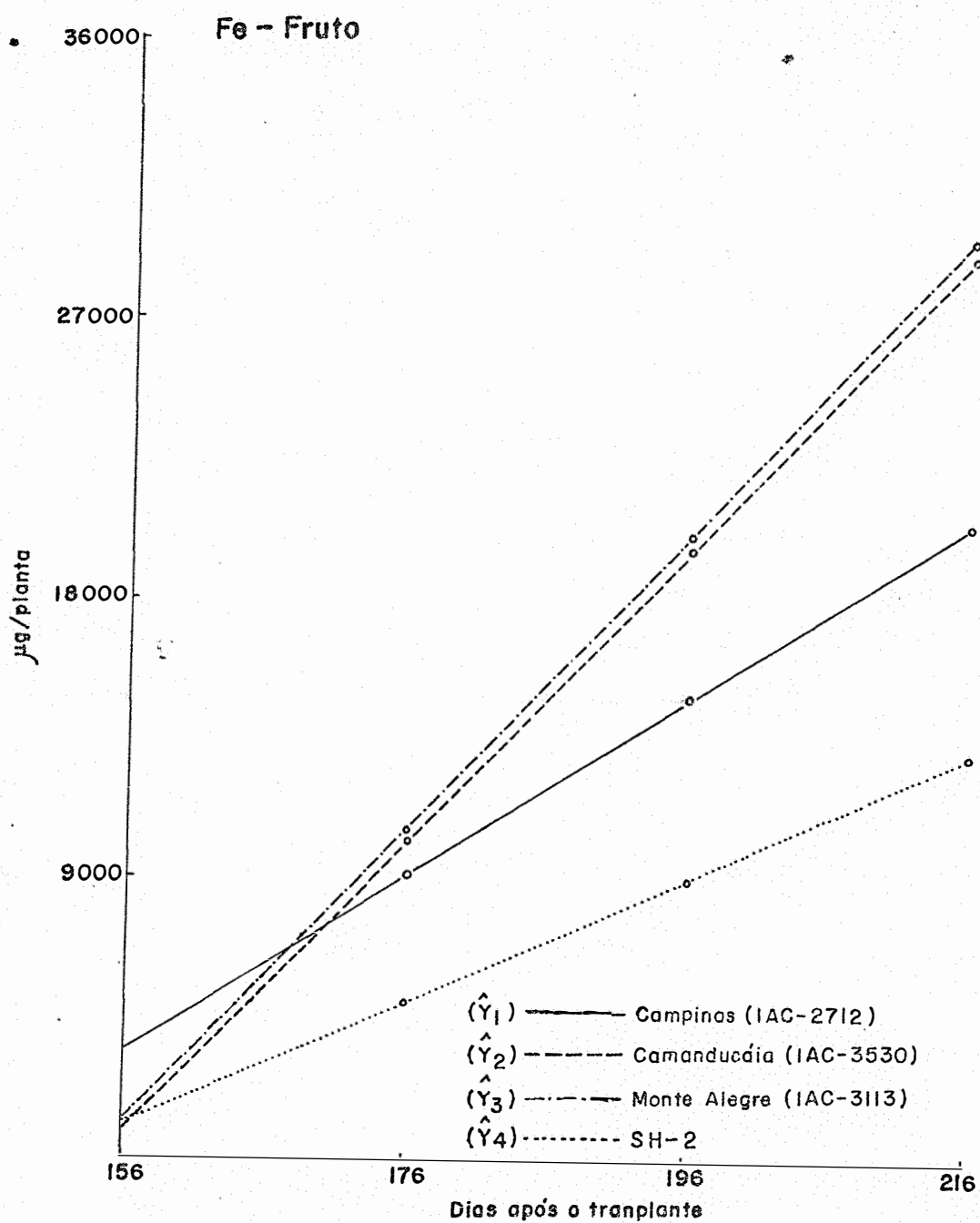
$$\hat{Y}_1 = -7311,978 + 140,273 X \quad (r^2=0,96)$$

$$\hat{Y}_2 = 467,039 + 52,328 X \quad (r^2=0,71)$$

$$\hat{Y}_3 = 1521,546 + 69,022 X \quad (r^2=0,73)$$

$$\hat{Y}_4 = 1172,381 + 57,721 X \quad (r^2=0,56)$$

Fig. 29 - Regressões representativas da absorção do ferro pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = -45337,747 + 316,042 X \quad (r^2=0,86)$$

$$\hat{Y}_2 = -83369,202 + 540,082 X \quad (r^2=0,71)$$

$$\hat{Y}_3 = -80601,217 + 526,314 X \quad (r^2=0,89)$$

$$\hat{Y}_4 = -32739,816 + 218,748 X \quad (r^2=0,69)$$

Fig. 30 - Regressões representativas da absorção de ferro pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).

Em seguida, são apresentadas as quantidades máximas extraídas e as épocas em que teoricamente os cultivares apresentam essas quantidades nos órgãos.

Valores de ponto de máxima em dias, e extração máxima de Fe em μg nos órgãos por planta.

CULTIVAR	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima ($\mu\text{g/planta}$)			
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	Total
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	14.681	20.181	22.927	57.789
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	216	10.873	10.723	33.288	54.884
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	216	8.642	15.049	33.002	56.693
SH-2	196	196	216	8.232	10.141	14.509	32.882

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

As quantidades máximas extraídas pelos órgãos entre os cultivares, estão variando assim: nos caules, entre 8.232 μg e 14.681 μg do nutriente, nas folhas entre os 10.141 μg a 20.181 μg , e nos frutos entre 14.509 μg e 33.288 μg . Essas quantidades quando comparadas às quantidades máximas extraídas aos 77 dias após o transplante

pelos órgãos da espécie ornamental rainha margarida (*Calcestephus chinensis*), que também extrai teores elevados de Fe pelos órgãos, como mencionam HAAG et alii (1974), constata-se que as extrações do nutriente registrados pelos diversos cultivares do morangueiro são bem elevados.

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

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

caules: 1.235 g a 2.202 g/ha ,

folhas: 1.521 g a 3.027 g/ha ,

frutos: 2.176 g a 4.993 g/ha .

4.3.4 - Manganês

- Os valores da concentração e as quantidades de Mn nos órgãos dos cultivares, acham-se expressos na Tabela 13.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Mn nos caules e nas folhas dos cultivares.

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

B) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Mn nos frutos dos cultivares.

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

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

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

As expressões analíticas que traduzem a absorção do Mn nos órgãos dos cultivares correspondem a regressões do 1º e do 2º grau, as quais se encontram representadas nas Figuras 31, 32 e 33.

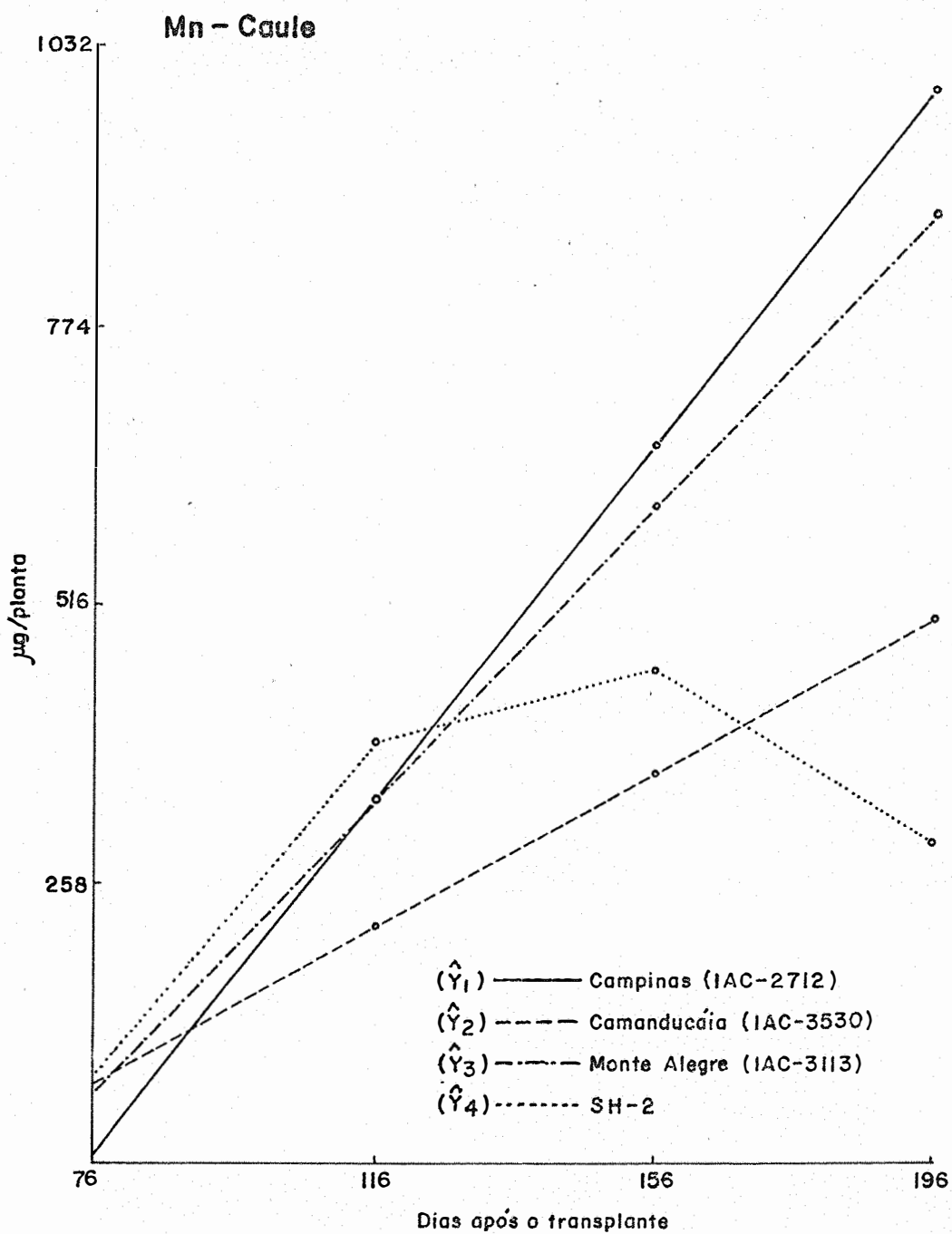
Tabela 13. Concentração e quantidade de manganês nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	M A N G A N Ê S											
		D I A S		A P Ó S		T R A N S P L A N T E		156		176		196	
		ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl	ppm	µg/pl
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	27,8	43,6	47,3	336,45	45,3	699,165	75,5	1916,288	39,5	1039,156	142,5	4929,739
	folha	60,8	394,59	96,8	1004,150	64,0	1474,221	65,5	2093,313	41,0	1107,176	31,0	1294,194
	fruto	—	—	39,2	59,8	66,5	503,75	40,8	490,74	39,0	645,95	26,0	763,114
	total	437	65	1369	203	2676	491	4501	675	2871	430	5982	1047
CAMAROUCAIA (IAC-3530)	caule	17,3	21,3	44,0	345,52	32,8	315,47	73,3	1542,231	24,5	525,79	44,3	868,130
	folha	42,0	280,42	53,8	781,117	45,5	1121,168	61,3	1761,264	25,5	657,98	75,5	3147,472
	fruto	—	—	37,5	94,14	33,5	306,46	43,3	617,93	30,0	535,80	57,8	1326,199
	total	301	45	1220	183	1742	261	3920	588	1717	257	5341	601
MONTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	30,5	103,15	37,5	299,45	54,5	635,95	64,3	749,112	40,0	925,133	28,5	415,62
	folha	34,3	354,53	58,5	1119,168	66,3	1497,225	81,8	1794,269	46,0	898,135	40,0	1443,216
	fruto	—	—	35,5	68,10	75,0	371,55	59,0	357,54	24,8	546,82	47,3	1130,170
	total	457	68	1486	223	2503	375	2930	435	2369	355	2989	446
SH-2	caule	26,3	41,6	82,5	523,78	54,6	359,54	46,3	646,97	20,5	349,53	25,5	470,70
	folha	42,3	234,35	190,0	2516,377	110,5	1804,271	156,3	3972,596	43,0	789,118	46,0	1360,204
	fruto	—	—	—	—	67,8	195,29	54,8	438,65	42,0	569,53	35,0	447,67
	total	275	41	3039	455	2359	354	5059	758	1527	229	2277	541

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Eccas dentro de cultivares em relação a caules e folhas — D.M.S. (Tukey 5%) = 619,90

Eccas dentro de cultivares em relação a frutos — D.M.S. (Tukey 5%) = 469,86



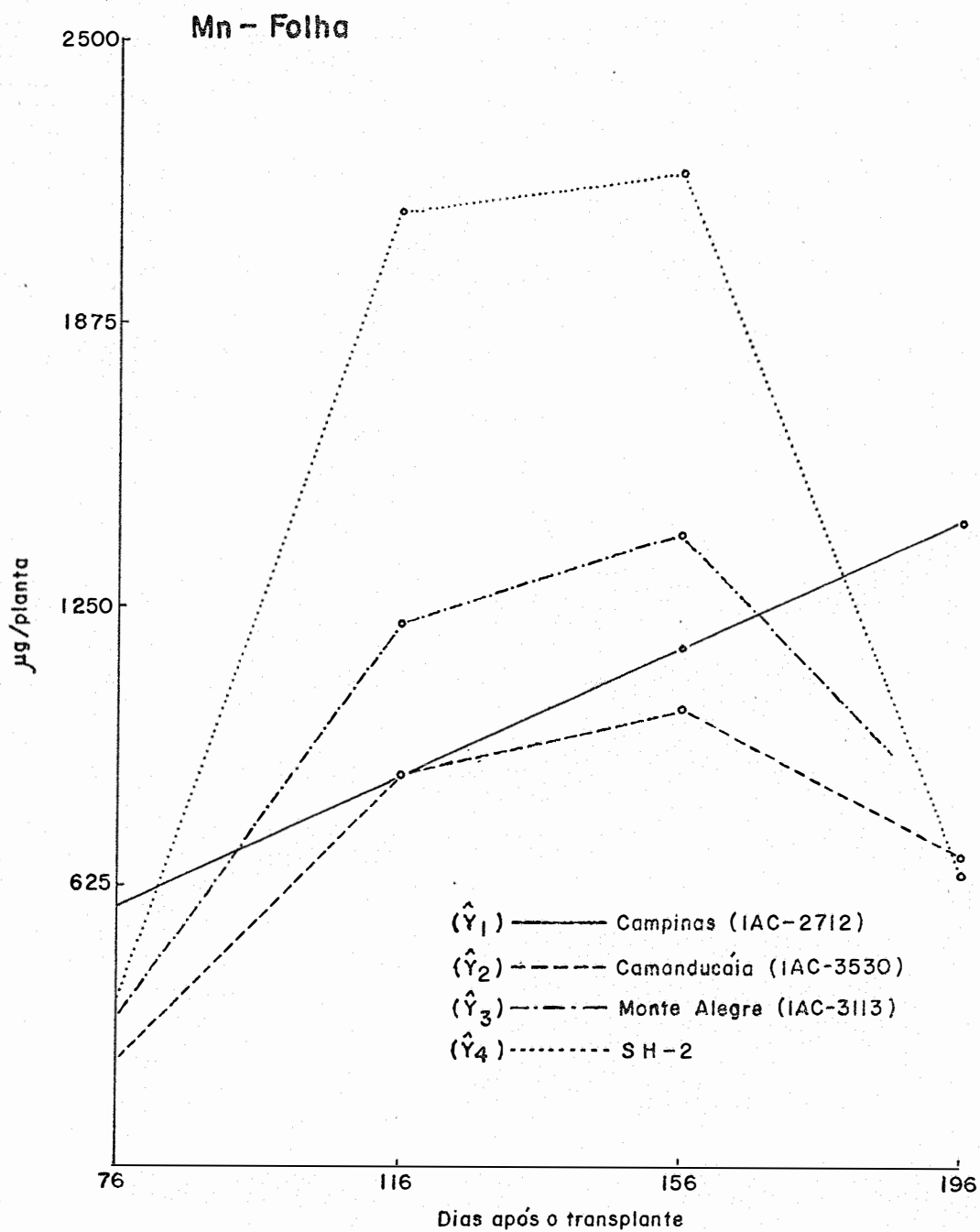
$$\hat{Y}_1 = - 627,354 + 8,448 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = - 201,883 + 3,702 X \quad (r^2=0,84)$$

$$\hat{Y}_3 = - 462,147 + 7,008 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -1207,734 + 22,796 X - 76,817 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,73)$$

Fig. 31 - Regressões representativas da absorção de manganês pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



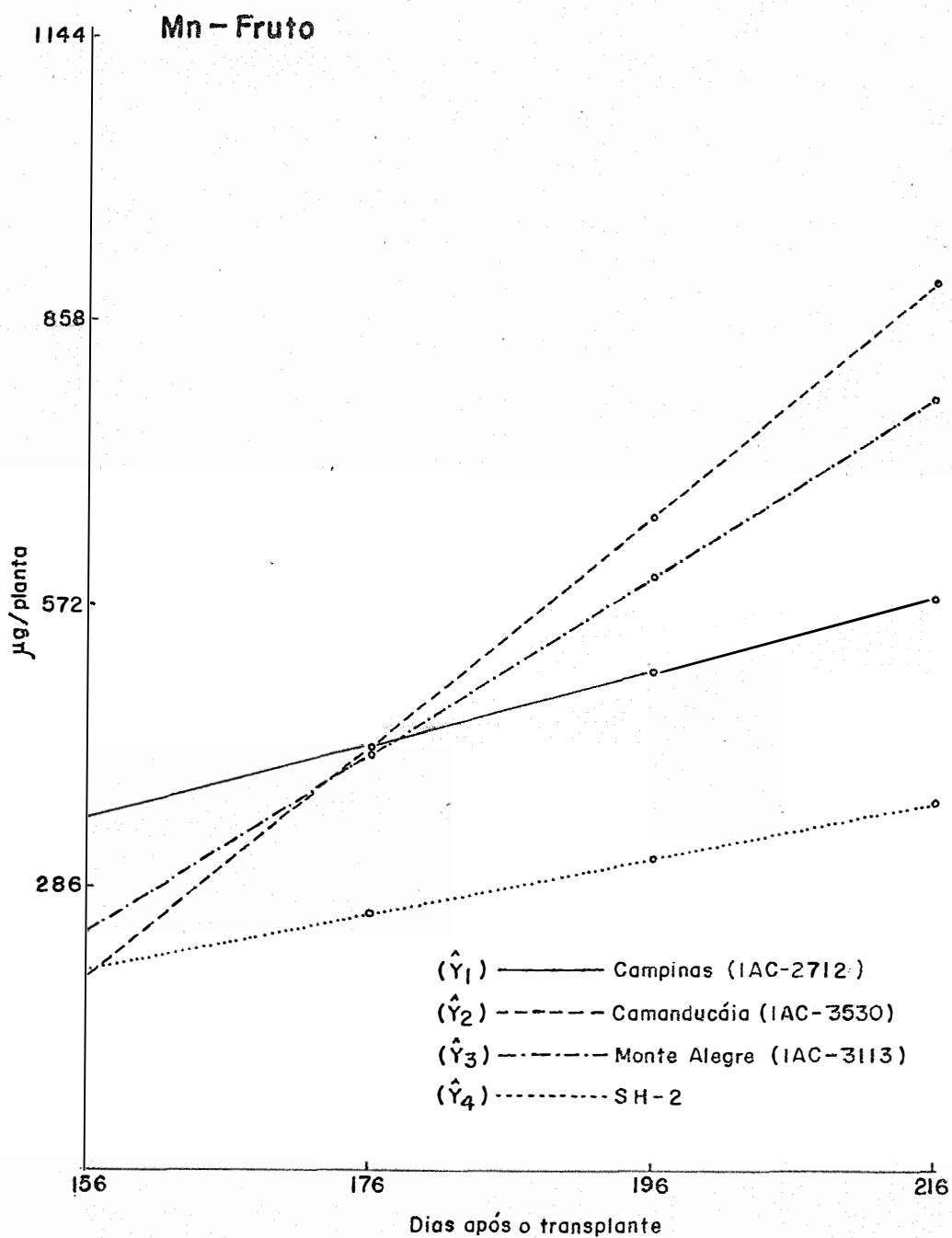
$$\hat{Y}_1 = 46,774 + 7,118 X \quad (r^2=0,64)$$

$$\hat{Y}_2 = -2275,840 + 44,656 X - 15,065 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,94)$$

$$\hat{Y}_3 = -3229,884 + 62,961 X - 21,302 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,97)$$

$$\hat{Y}_4 = -7486,151 + 142,515 X - 51,521 \cdot 10^{-2} X^2 \quad (r^2=0,88)$$

Fig. 32 - Regressões representativas da absorção de manganês pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y}_1 = - 269,553 + 4,678 X \quad (r^2=0,67)$$

$$\hat{Y}_2 = -2073,421 + 14,890 X \quad (r^2=0,76)$$

$$\hat{Y}_3 = -1456,282 + 11,330 X \quad (r^2=0,78)$$

$$\hat{Y}_4 = - 290,017 + 3,535 X \quad (r^2=0,60)$$

Fig. 33 - Regressões representativas da absorção de manganês pelos frutos dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).

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

Valores de ponto de máxima em dias, e extração máxima de Mn em μg nos órgãos por planta.

CULTIVAR	Ponto de Máxima (dias)			Quantidade Máxima ($\mu\text{g/planta}$)			
	caule	folha	fruto	caule	folha	fruto	Total
Campinas (IAC-2712)	196	196	216	1.028	1.441	740	3.209
Camanducaia (IAC-3530)	196	148	216	523	1.033	1.142	2.698
Monte Alegre (IAC-3113)	196	147	216	911	1.422	991	3.324
SH-2	148	138	216	483	2.369	473	3.325

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

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

As extrações pelos cultivares oscilaram entre 483 μg e 1.028 μg de Mn nos caules, nas folhas entre 1.033 μg e 2.369 μg nos

frutos entre 473 μg e 1.142 μg . Observou-se que a quantidade máxima de Mn nos caules foi encontrada no cultivar Campinas (IAC-2712) e nas folhas no cultivar SH-2. Os frutos dos cultivar Camanducaia (IAC-3530) lideram a extração em Mn. Releva ainda a grande capacidade de extração de Mn apresentada pelo cultivar SH-2.

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

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

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

As quantidades de Mn extraídas em g/ha pelos órgãos dos cultivares foram:

caules: 72 g a 154 g/ha ,

folhas: 155 g a 355 g/ha ,

frutos: 71 g a 171 g/ha .

4.3.5 - Zinco

Os valores da concentração e as quantidades de Zn nos órgãos dos cultivares encontram-se na Tabela 14.

As análises da variância conjunta das partes vegetativas e reprodutivas apresentaram os seguintes resultados:

A) Análise da variância conjunta das quantidades em μg de Zn nos caules e nas folhas dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Órgãos	1	2.952.282,00	2.952.282,00	3,70
Cultivares	3	14.407.757,63	4.802.585,88	6,04**
Órgãos x Cultivares	3	1.684.558,13	561.519,37	0,70
Resíduo (a)	24	19.106.462,65	796.102,60	

Parcelas	31	38.151.060,41		

Épocas	3	78.819.388,46	26.273.129,50	40,63**
Órgãos x Épocas	3	3.264.085,12	1.088.028,37	1,68
Cultivares x Épocas	9	14.998.719,77	1.666.524,42	2,58*
Órgãos x Cult. x Épocas	9	6.263.194,01	695.910,45	1,07
Resíduo (b)	72	46.561.677,16	646.689,96	
TOTAL	127	188.058.124,93		

B) Análise da variância conjunta em μg de Zn nos frutos dos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	37.704.377,93	12.568.125,97	2,18
Resíduo (a)	12	69.019.051,47	5.751.587,62	

Parcelas	15	106.723.429,40		

Épocas	3	56.272.909,04	18.757.636,35	5,22 ^{**}
Cultivares x Épocas	9	50.648.363,16	5.627.595,91	1,57
Resíduo (b)	36	129.288.041,60	3.591.334,48	

TOTAL	63	342.932.743,20		

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

A interação cultivares x épocas em relação a caules e folhas mostra que existe uma dependência entre cultivares e épocas de absorção. Este aspecto permitiu o desdobramento da interação através das análises de regressão das diferentes épocas dentro de cultivares, obtendo-se regressões do 1º e do 3º grau como mostram as Figuras 34, 35 e 36 respectivamente.

No comportamento da absorção do Zn pelos órgãos, os caules se adaptaram a regressões lineares, para todos os cultivares, foi também linear nas folhas para os cultivares Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2, e curvilínea (3º grau) no cultivar Campinas (IAC-2712), provavelmente devido a uma diminuição na taxa de absorção que ocorreu entre os 156 dias e os 176 dias, caindo de 0,0049 g para 0,0024 g/ha/dia de Zn, enquanto para frutos, ajustou-se uma regressão linear média para absorção em todos os cultivares, em virtude

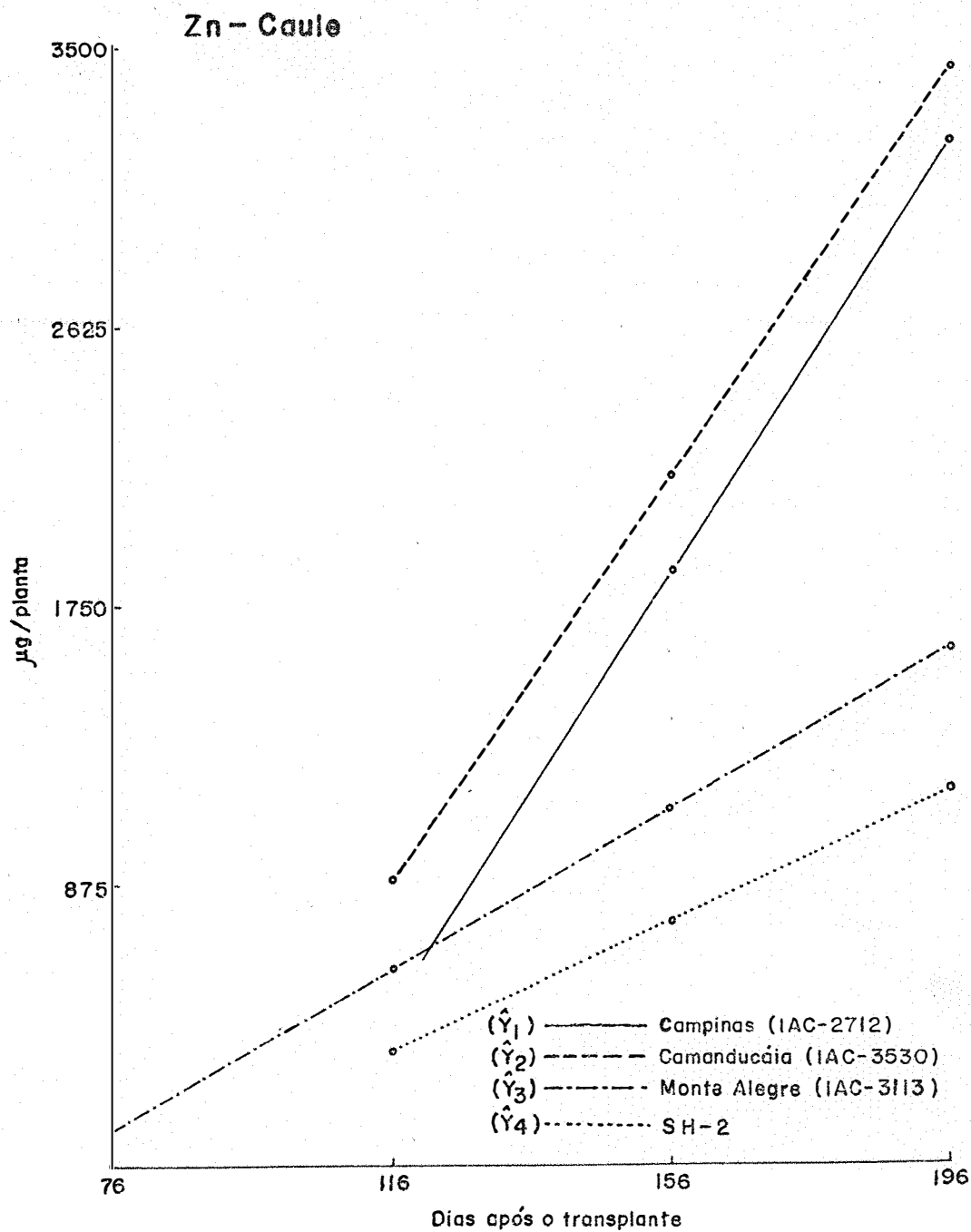
Tabela 14. Concentração e quantidade de zinco nos órgãos dos cultivares em função do estágio de desenvolvimento das plantas.

CULTIVAR	ÓRGÃO	Z I N C O																	
		116		156		176		196		216									
		ppm mg/pl	g/ha*	ppm mg/pl	g/ha*	ppm mg/pl	g/ha*	ppm mg/pl	g/ha*	ppm mg/pl	g/ha*								
CAMPINAS (IAC-2712)	caule	55,5	36	13	70,5	458	69	98,5	1569	235	112,0	2822	423	94,5	2525	378	68,3	2169	328
	folha	58,0	382	57	47,0	494	74	110,8	2636	395	52,8	1642	246	102,3	3090	464	39,3	1523	228
	fruto	---	---	---	22,0	34	5	123,8	848	127	154,8	1443	216	104,8	1987	286	89,3	1790	263
	total	468	70	70	936	148	148	5053	757	757	5907	885	885	7922	1120	1120	5462	619	619
CAMBUCAIA (IAC-3530)	caule	33,5	42	6	103,8	813	122	135,3	1261	189	119,8	2412	362	194,8	3595	599	93,8	1879	282
	folha	72,3	488	73	60,0	648	97	96,0	2356	353	81,5	2277	341	96,3	2434	365	68,8	2854	429
	fruto	---	---	---	41,5	110	17	78,3	664	100	104,5	1701	255	137,5	2691	404	160,5	4034	601
	total	530	79	79	1571	236	236	4281	642	642	6390	959	959	9120	1368	1368	8747	1312	1312
MORTE ALEGRE (IAC-3113)	caule	37,8	129	19	70,0	639	96	95,0	1141	171	94,5	1227	184	78,0	1651	248	78,5	1189	176
	folha	60,8	639	96	83,0	1530	237	63,5	1495	224	72,5	1556	235	109,3	2092	312	64,5	1956	293
	fruto	---	---	---	57,0	111	16	123,0	526	79	69,3	778	117	215,3	5117	767	203,8	4838	733
	total	768	115	115	2330	349	349	3162	474	474	3561	534	534	6850	1327	1327	6030	1204	1204
E-2	caule	45,0	71	10	51,0	335	50	58,3	395	59	53,3	776	116	81,0	1491	224	68,3	1481	222
	folha	58,3	317	48	31,8	335	50	49,8	794	119	36,0	916	137	68,5	1389	208	36,0	1243	187
	fruto	---	---	---	---	---	---	54,0	195	29	166,0	1438	216	147,5	1135	170	37,8	437	66
	total	398	58	58	670	100	100	1384	207	207	3130	469	469	4015	602	602	3165	475	475

* Calculado para uma população de 150.000 plantas.

Zoccos dentro de cultivares em relação a caules e folhas - D.M.S. (Tukey 5%) = 1060,51

Epocas em relação a frutos - D.M.S. (Tukey 5%) = 1806,96



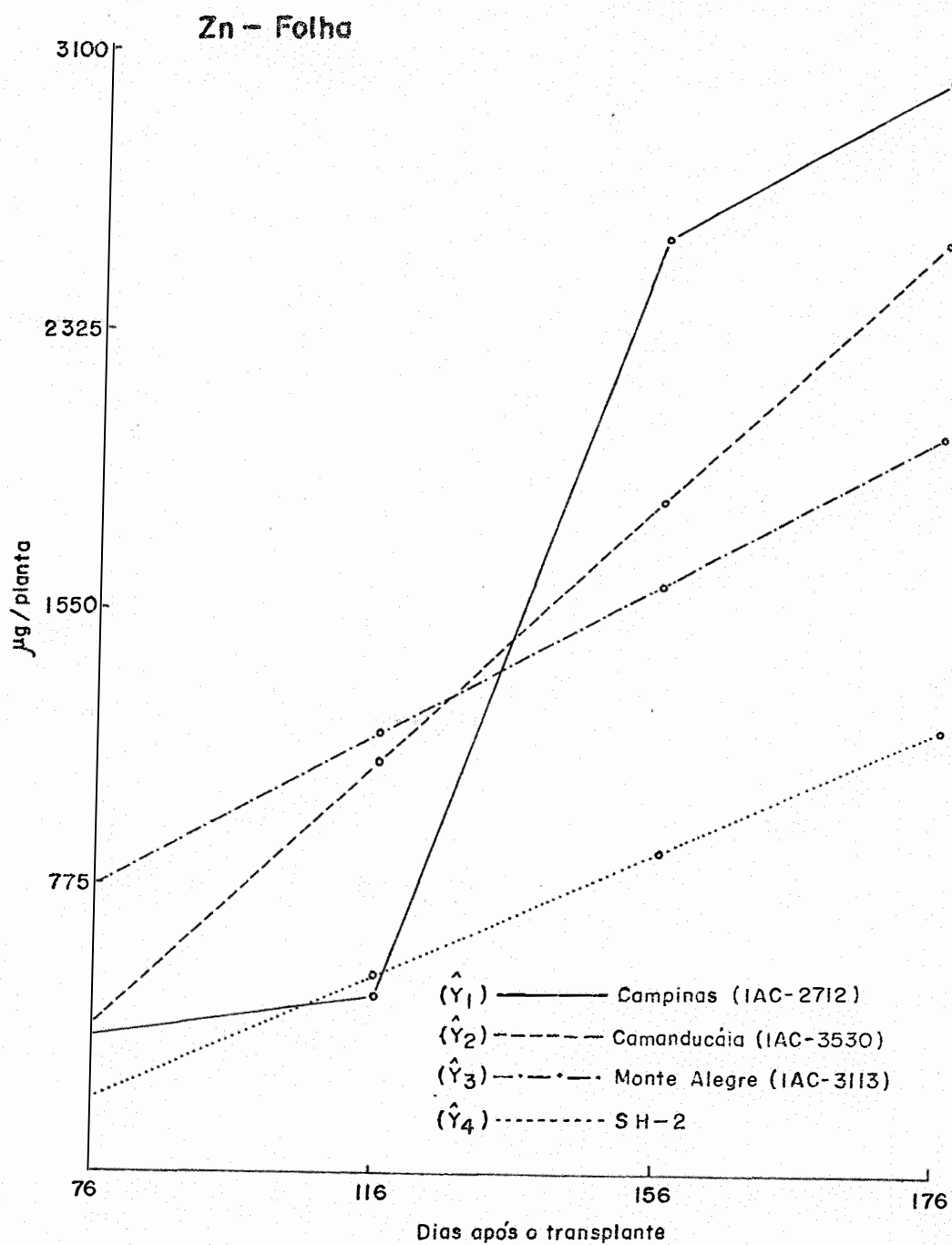
$$\hat{Y}_1 = -1706,454 + 21,073 X \quad (r^2=0,96)$$

$$\hat{Y}_2 = -2657,237 + 30,772 X \quad (r^2=0,85)$$

$$\hat{Y}_3 = -832,943 + 12,670 X \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -896,028 + 10,801 X \quad (r^2=0,78)$$

Fig. 34 - Regressões representativas da absorção de zinco pelos caules dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



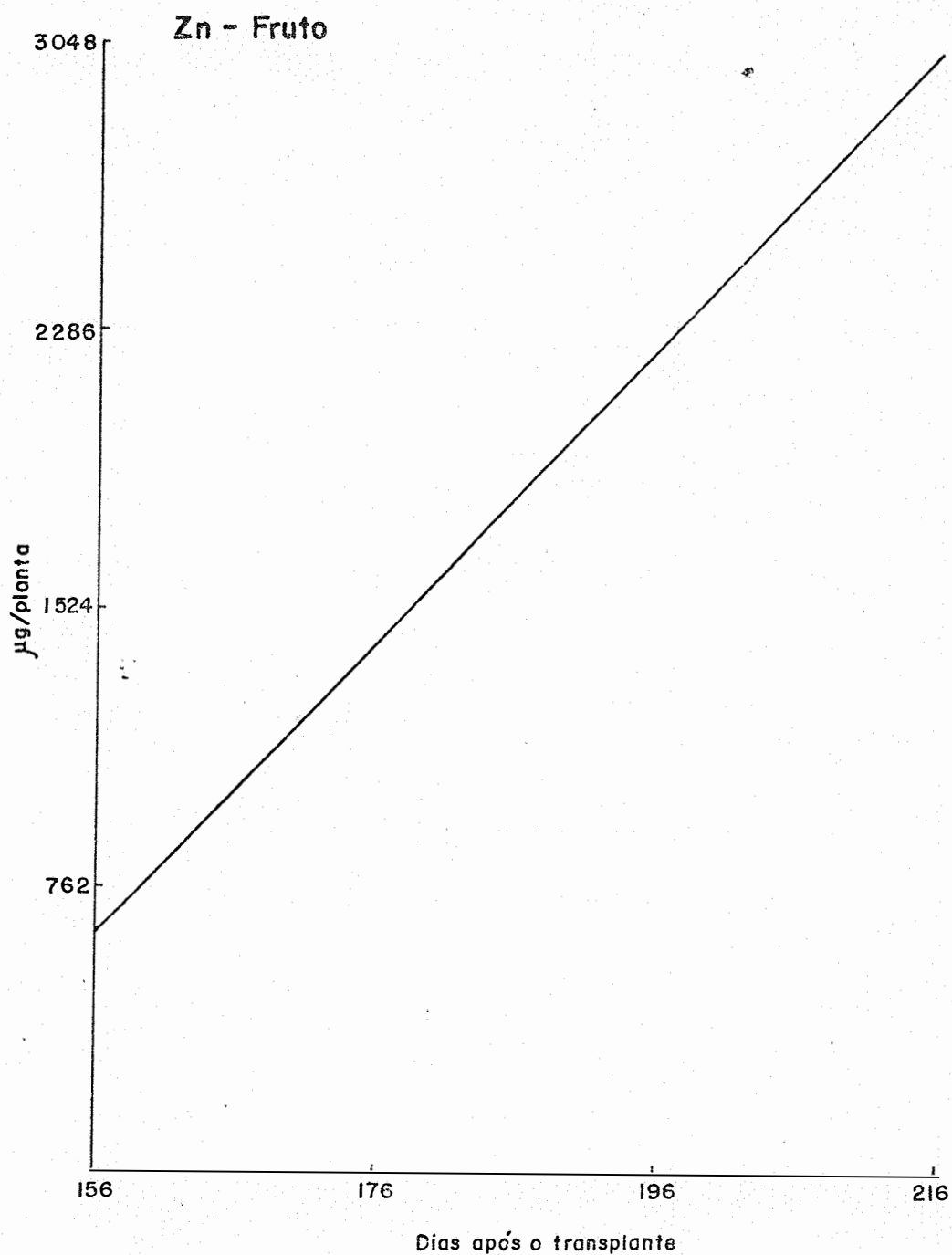
$$\hat{Y}_1 = 19079,996 - 494,431 X + 40,045 \cdot 10^{-2} X^2 - 96,845 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_2 = -965,837 + 18,365 X \quad (r^2=0,88)$$

$$\hat{Y}_3 = 5,454 + 10,615 X \quad (r^2=0,83)$$

$$\hat{Y}_4 = -482,197 + 8,940 X \quad (r^2=0,91)$$

Fig. 35 - Regressões representativas da absorção de zinco pelas folhas dos cultivares em $\mu\text{g/planta}$ (\hat{Y}) em função da idade (X).



$$\hat{Y} = -5599,681 + 40,025 X \quad (r^2=0,91)$$

Fig. 36 - Regressões representativas da absorção média de zinco pelos frutos dos cultivares em µg/planta (Y) em função da idade (X).

da interação cultivares x épocas não ter sido significativa, revelando assim, que os cultivares não dependem de épocas para absorver preferencialmente o Zn pelos frutos.

A quantidade máxima extraída e a época em que os cultivares mostraram estas quantidades nos órgãos são apresentadas em seguida.

Observa-se que todos os cultivares em relação aos caules atingiram o seu ponto de máxima aos 196 dias, com quantidades máximas variando entre 1.220 μg a 3.374 μg de Zn.

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

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

WEBB e HALLAS (1966), mencionam uma extração de 850 μg de Zn pelas folhas para o cultivar "Royal Sovereing" em presença do nível de 0,56 ppm de Fe em condições de solução nutritiva o que correspondeu a uma concentração de 72 ppm de Zn. Todavia não menciona se esses valores para concentração e extração correspondem ao nível normal na planta. Mas afirmam que uma variação progressiva dos níveis de ferro de (0,56, 1,12, 2,24, 2,48 e 8,96 ppm), provocou um decréscimo na

Valores de ponto de máxima em dias, quantidade máxima extraída em µg de Zn nos órgãos por planta, e ponto de inflexão em dias.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)		Quantidade Máxima (µg/planta)			Ponto de Inflexão (dias)				
	caule	folha fruto	caule	folha	fruto	Total	caule	folha	fruto	
Campinas (IAC-2712)	196	182	216	2.423	3.355	3.045	8.823	-	137	-
Camanducaia (IAC-3530)	196	196	216	3.374	2.633	3.045	9.052	-	-	-
Monte Alegre (IAC-3113)	196	196	216	1.650	2.085	3.045	6.780	-	-	-
SH-2	196	196	216	1.220	1.269	3.045	5.534	-	-	-

concentração e no conteúdo de Zn, Mn, Cu, Mg e K, porém, verificaram um certo acréscimo no conteúdo de Ca das folhas.

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

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

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

As extrações de zinco em g/ha pelos órgãos dos cultivares em geral foram:

caules: 183 g a 506 g/ha ,

folhas: 190 g a 503 g/ha ,

frutos: 457 g/ha .

4.4 - Produção

A produção total em g/planta pelos cultivares em função da idade encontra-se na Tabela 15.

A análise da variância conjunta da produção de matéria fresca pelos frutos apresenta os seguintes resultados:

Análise da variância conjunta das quantidades em gramas de frutos por planta nos cultivares.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Cultivares	3	4.550,97	1.516,99	3,00
Resíduo (a)	4	2.021,19	505,30	

Parcelas	7			

Épocas	3	51.125,82	17.041,93	420,85 **
Cultivares x Épocas	9	2.333,62	259,29	6,40 **
Resíduo (b)	12	485,94	49,49	

TOTAL	31	60.517,44		

Não houve diferença significativa para cultivares, provavelmente devido ao pequeno número de repetições, porém, a análise da variância por épocas, mostrou diferença significativa entre os cultivares aos 176 dias como assinala a Tabela 15.

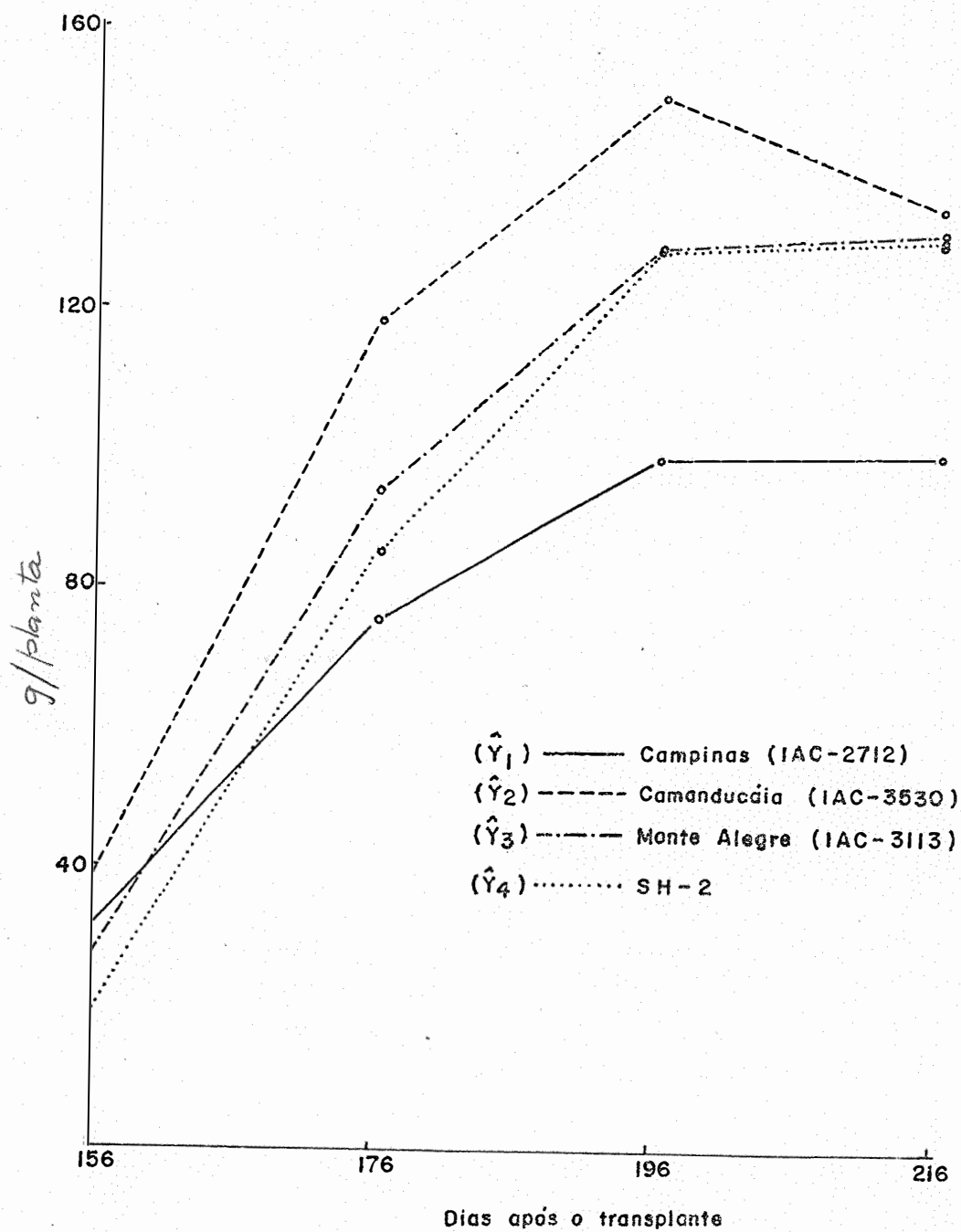
A interação cultivares x épocas foi significativa indicando que os cultivares apresentaram comportamento distinto na produção segundo as diferentes épocas de desenvolvimento.

As equações que representam a produção de frutos em todos os cultivares correspondem a regressões do 2º grau e se encontram na Figura 37.

Tabela 15 - Produção acumulativa de frutos em função da idade dos cultivares. Média de duas repetições.

C U L T I V A R	D I A S A P Ó S O T R A N S P L A N T E											
	156			176			196			216		
	g/planta	kg/ha ^{**}	g/planta	kg/ha ^{**}	g/planta	kg/ha ^{**}	g/planta	kg/ha ^{**}	g/planta	kg/ha ^{**}	g/planta	kg/ha ^{**}
Campinas (IAC-2712)	29,34	4.401	81,32	12.198	95,01	14.252	101,40	15.210				
Camanduvaia (IAC-3530)	33,36	5.004	132,54	19.881	136,28	20.442	139,33	20.900				
Monte Alegre (IAC-3113)	24,39	3.659	99,60	14.940	124,35	18.653	132,85	19.923				
SH-2	18,57	2.786	91,40	13.710	129,55	19.433	130,56	19.584				
F	3,42		10,05 ^{**}		2,96		2,02					
D.M.S. (Tukey 5%)	18,89		40,30		60,96		68,27					
C.V.	18,49%		9,77%		12,33%		13,30%					

(*) Calculado para uma população de 150.000 plantas.



$$\hat{Y}_1 = -1108,416 + 11,748 X - 28,491 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,98)$$

$$\hat{Y}_2 = -2237,187 + 23,958 X - 60,079 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,95)$$

$$\hat{Y}_3 = -1652,129 + 17,264 X - 41,700 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,99)$$

$$\hat{Y}_4 = -1785,683 + 18,566 X - 44,891 \cdot 10^{-3} X^2 \quad (r^2=0,99)$$

Fig. 37 - Regressões representativas da produção de frutos dos cultivares em g/planta (\hat{Y}) em função da idade (X).

As quantidades máximas de frutos em g/planta e a época em dias em que os cultivares atingiram essas quantidades são apresentadas a seguir.

Observa-se pelos dados, que os valores de ponto de máxima variam de 199 dias a 207 dias entre os cultivares, sendo mais precoce o cultivar Camanducaia (IAC-3530). As quantidades máximas estão variando de 103 g a 151 g, o que corresponde a 15.450 kg/ha e a 22.650 kg/ha.

C U L T I V A R	Ponto de Máxima (dias)	Quantidade g/planta	Máxima kg/ha
Campinas (IAC-2712)	206	103	15.450
Camanducaia (IAC-3530)	199	151	22.650
Monte Alegre (IAC-3113)	206	135	20.250
SH-2	207	134	20.100

As produções mais elevadas verificaram-se nos cultivares Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2. Nos ensaios de competição de cultivares realizados em Monte Alegre do Sul, CAMARGO et alii (1968), mencionam que os dois primeiros, apresentaram produções totais (de junho a dezembro) de 29.900 kg/ha e 35.300 kg/ha (⁹) enquanto o cultivar Campinas (IAC-2712), produziu 22.100 kg/ha. Em estudo de épocas de plantio realizado em Botucatu, CARBONARI (1973), menciona que a produção média entre esses cultivares nas diferentes épocas, variou entre 17.680 kg/ha e 24.020 kg/ha (¹⁰), enquanto as produ-

(⁹) Dados recalculados.

(¹⁰) Idem.

ções do cultivar SH-2 variaram entre 18.889 kg/ha e 23.920 kg/ha (¹¹). Observa-se pelos dados que as médias de produção da região de Botucatu, SP, aproximam-se bastante dos valores encontrados no presente trabalho, enquanto aquelas encontradas em Monte Alegre do Sul, SP, são bem mais elevadas, e parecem refletir até certo ponto, um maior efeito das condições climáticas desse local.

Laumonier citado por CARBONARI (1973), afirma que a rentabilidade do morangueiro é muito influenciada pelo clima da região. Camargo (1966), também citado por CARBONARI (1973), menciona que além da temperatura, outros fatores climáticos influem na produtividade do morangueiro, havendo necessidade de experimentação local para que se possa indicar os cultivares.

4.5 - Extração e Exportação dos Nutrientes

As quantidades extraídas e exportadas dos macro e dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn através dos órgãos dos cultivares encontram-se nas Tabelas 16 e 17.

Para determinar as quantidades extraídas de nutrientes pelos cultivares, tomou-se por base a extração no ponto de máxima, enquanto a extração total é determinada pela soma das quantidades extraídas pelos órgãos. Observa-se pelos dados que os macro e os micronutrientes são extraídos em quantidades mais elevadas pelas folhas e em menor proporção por caules e frutos. Em quantidades extraídas, o N, o K e o Ca são os três macronutrientes que aparecem em maior quantidade que os demais. As extrações em P por esses órgãos são menores que aquelas de Ca, sendo ainda as quantidades extraídas de Ca superiores às de Mg, enquanto as de Mg no global, são equivalentes às de S. Extração total de macronutrientes dá-se na ordem: K, N, Ca, Mg, S e P. Quanto aos

Tabela 16 - Quantidades máximas de macronutrientes extraídos em kg/ha pelos órgãos dos cultivares

CULTIVAR	Órgão	N U T R I E N T E					
		(kg/ha [*])					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Campinas (IAC-2712)	caule	35	21	92	35	11	6
	folha	92	20	87	55	15	14
	fruto	65	9	65	15	7	7
	total	192	50	244	105	33	27
Camanducaia (IAC-3530)	caule	35	9	74	34	11	6
	folha	92	18	79	67	15	12
	fruto	65	9	73	15	8	9
	total	192	36	226	116	34	27
Monte Alegre (IAC-3113)	caule	35	8	73	31	11	9
	folha	92	16	60	47	15	10
	fruto	65	9	72	15	11	5
	total	192	33	205	93	37	24
SH-2	caule	35	6	54	23	11	2
	folha	92	9	51	38	15	8
	fruto	65	9	28	15	4	3
	total	192	24	133	76	30	13

(*) Calculado para uma população de 150.000 plantas.

micronutrientes, constata-se pelos dados da Tabela 17, que as maiores quantidades extraídas correspondem ao Fe, embora haja possibilidades de contaminações desse nutriente como já foi mencionado na discussão, depois do Fe, seguem-se na ordem as extrações de Zn, B, Mn e Cu.

Tabela 17 - Quantidades máximas de micronutrientes extraídas em g/ha pelos órgãos dos cultivares.

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

(*) Calculado para uma população de 150.000 plantas.

As quantidades dos nutrientes acumuladas pelos frutos, pelo fato de não retornarem ao solo são denominadas de exportação. Observa-se pelos dados, que as quantidades dos nutrientes removidas pelos frutos no processo de exportação, são menores do que as quantidades de nutrientes que permanecem nas folhas e nos caules. No caso do K, por exemplo, que é o nutriente extraído em maior quantidade, constata-se que dos 244 kg contidos na planta, apenas 65 kg são exportados pe-

los frutos, ficando 179 kg retidos nos caules e nas folhas das "plantas matrizes". As quantidades altas de nutrientes contidos na parte vegetativa possibilitam sugerir a incorporação dos restos da cultura após a seleção das mudas (estolhos), isto seria uma prática benéfica visando restituir parte dos nutrientes ao solo.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar-se as diferenças no crescimento (produção de matéria seca), absorção de nutrientes, produção de frutos, extração e exportação de nutrientes entre os cultivares de morangueiro: Campinas (IAC-2712), Ca manducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113) e SH-2.

O experimento foi conduzido em condições de campo no ano agrícola 1975/1976 em área experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, em solo pertencente ao Grande Grupo Terra Roxa Estruturada e à série "Luiz de Queiroz", cultivado intensivamente com hortaliças por mais de vinte e cinco (25) anos. O delineamento experimental foi de blocos inteiramente

casualizados, com quatro repetições e analisados conjuntamente segundo o esquema de parcelas subdivididas "split-plot". No preparo dos canteiros, o solo foi revolvido com microtrator à profundidade de 12 cm seguido da aplicação de matéria orgânica na proporção de 10 kg/m^2 , sendo que a adubação química foi aplicada no fundo dos sulcos., cabendo frisar que as quantidades aplicadas foram uniformes para todos os cultivos.

A adubação foi aplicada no sulco de plantio nas seguintes quantidades: sulfato de amônio (20% N), 10 g/m de sulco; superfosfato triplo (20% P_2O_5), 10 g/m de sulco; cloreto de potássio (60% K_2O), 10 g/m de sulco. Trinta dias após o transplante aplicou-se em cobertura 10 g de sulfato de amônio por planta.

As plantas foram amostradas aos 76 dias após o transplante, e as demais amostragens foram feitas em intervalos regulares de 20 dias até aos 216 dias, quando as plantas apresentaram uma acentuada redução na produção total de frutos. As plantas amostradas foram divididas em caules (pecíolos + coroa), folhas e frutos e analisadas quimicamente para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

As curvas representativas da produção de matéria seca, absorção de nutrientes e produção de frutos, foram obtidas a partir de dados calculados por equações de regressão ajustadas, e considerou-se como quantidades extraídas de nutrientes os pontos de máxima dessas equações.

Os dados obtidos e analisados estatisticamente, permitem deduzir as seguintes conclusões.

Crescimento

. Os cultivares diferem na produção de matéria seca, tanto em relação a caules e folhas, como em relação a frutos.

. A produção de matéria seca nos caules e nos frutos foi linear para todos os cultivares, até a última amostragem aos 196 dias e aos 216 dias, com produções máximas variando entre 15 g a 25 g e 12 g a 20 g nesses órgãos por planta, respectivamente.

. A produção máxima de matéria seca nas folhas entre os cultivares variou entre 20 g a 30 g com a idade de 196 dias e 173 dias.

. A maior produção de matéria seca tanto nos órgãos como na planta inteira, ocorreu nos cultivares Campinas (IAC-2712) e Camanducaia (IAC-3530) e a menor produção verificou-se no cultivar SH-2.

Absorção de Nutrientes

. Os cultivares diferem na absorção dos nutrientes: P, K, Ca, S, Cu, Fe, Mn e Zn para caules e folhas. E para frutos, N, P, K, Mg, S, B, Cu e Fe.

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

Nutriente	caule	folha	fruto
N	(196)	(176)	(216)
P	(196)	(194-196)	(213)
K	(196)	(156-196)	(208-216)
Ca	(196)	(176-196)	(216)
Mg	(196)	(196)	(203-216)
S	(196)	(147-196)	(199-216)
B	(196)	(161-196)	(191-216)

Nutriente	caule	folha	fruto
Cu	(137-196)	(131-196)	(201-216)
Fe	(196)	(196)	(216)
Mn	(148-196)	(138-196)	(216)
Zn	(196)	(182-196)	(216)

Produção

. Não há diferença entre os cultivares em relação à produção de frutos. A produção total de frutos obedece à seguinte ordem decrescente para os cultivares: Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113), SH-2 e Campinas (IAC-2712).

. Os cultivares apresentaram produção máxima total de frutos variando entre 103 g a 151 g por planta aos 206 e 207 dias.

Extração e Exportação de Nutrientes

. Os cultivares extraem e exportam totais diferentes de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn exceto para o N.

. Tanto os macro como os micronutrientes são extraídos em quantidades mais elevadas através das folhas e em menor proporção por caules e frutos.

. As extrações de N, K e Ca são mais altas que aquelas dos demais macronutrientes.

. As extrações de P pelos cultivares são menores que as de Ca e Mg, sendo ainda as extrações de Ca superiores às de Mg, enquanto no global as de Mg são equivalentes às de S.

. A extração de macronutrientes verifica-se na ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, S e P.

. A extração total de micronutrientes obedece à seguinte ordem de crescente: Fe, Zn, B, Mn e Cu.

. As exportações de nutrientes pelos frutos nos cultivares são menores do que aquelas que permanecem nas folhas e nos caules.

6. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The aim of this work was to estimate the differences in growth (dry weight basis), nutrients uptake, fruits yield, total uptake and exportation of nutrients among several strawberry cultivars: Campinas (IAC-2712), Camanducaia (IAC-3530), Monte Alegre (IAC-3113) and SH-2.

The experimental was carried out in the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", in field conditions, in 1975/76. The soil belongs to Terra Roxa Estruturada type, and "Luiz de Queiroz" serie. This soil has been cultivated for more than 25 years.

The experimental design was that randomized blocks with four replications and analysed together following the design of split-plot.

The soil of the plots were revolved to a deep of 12 cm following application of 10 kg organic matter/m². The fertilizers were applied in the groove and in the same amount for all cultivars: Ammonium sulfate (20% N), 10 g/m; triple superphosphate (20% P₂O₅) 10g/m; Potassium chloride (60% K₂O), 10 g/m. Thirty days after planting, 10 g/plant of ammonium sulfate was applied.

After 76 days from planting, the first sample was taken. Other samples were taken in equal intervals of 20 days, up to 216 days. When a decrease in fruit production was noted.

The sample (plants) were divided in stems, leaves and fruits and chemical analysis were made for N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, and Zn.

The variation on production (dry matter) nutrient up take, and fruits yield, were obtained from data calculated by adjusted regression equation analysis. The maxima point from these equations were taken to show the total nutrient uptake.

From the data obtained, the following conclusions could be drawn.

Growth

. The dry matter of stems, leaves and fruits were different among the cultivars.

. The production of dry matter by the stems and fruits were linear for all cultivars up to 196 and 216 days. The highest productions on dry matter varied between 15 to 25 g and 12 to 20 g/plant.

. The maximum production of dry matter in the leaves among the cultivars varied between 20 to 30 g at 196 and 173 days respectively.

. The cultivars Campinas (IAC-2712) and Camanducaia (IAC-3530) produced more dry matter than SH-2 cultivar.

Nutrients uptake

. There were differences on nutrient content in stems and leaves among cultivars (P, K, Ca, S, B, Cu, Fe and Zn) and in the fruits for N, P, K, Mg, S, B, Cu and Fe.

. The highest absorption of nutrients (days after planting) is shown in Table I.

Table I

Nutrients	stems	leaves	fruit
N	(196)	(176)	(216)
P	(196)	(194-196)	(213)
K	(196)	(156-196)	(208-216)
Ca	(196)	(176-196)	(216)
Mg	(196)	(196)	(203-216)
S	(196)	(147-196)	(199-216)
B	(196)	(161-196)	(191-216)
Cu	(137-196)	(131-196)	(201-216)
Fe	(196)	(196)	(216)
Mn	(148-196)	(138-196)	(216)
Zn	(196)	(182-196)	(216)

Yield

. No significant difference in fruit production was observed among the cultivars.

. The highest yield among the cultivars showed a variation between 103 to 151 g per plant at the 207 and 207 days.

Nutrients uptake and exportation

. The uptake and export of nutrients were different among the cultivars. However no difference was found for N.

. The highest accumulation of macro and micronutrients are found in the leaves.

. The following decrescent order of macronutrients uptake was found $K > N > Ca \gg Mg = S > P$.

. The following decrescent order of micronutrients uptake was found $Fe > Zn > B > M > Cu$.

. The nutrient exportation by the fruits are lowers than the amount of nutrients retained by the stems and leaves.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.F.; BAILEY, J.S.; DRAKE, MACK e G.W. OLANYK, 1963. Mineral Content of Strawberry Leaves as Influenced by Rate and Placement of Fertilizer and Lime. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, St. Joseph, Michigan, 85: 332-337.

ANDRADE, A.G., 1975. Acumulação Diferencial de Nutrientes por Cinco Cultivares de Milho (*Zea Mays* L.) Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. (Dissertação de Mestrado).

BOULD, C. e E. CATLOW, 1954. Manurial Experiments With Fruit. I - The Effect of Long-term Manurial Treatments on Soil Fertility and on the Growth, Yield and Leaf Nutrient Status of Strawberry, var. Climax. Journal of Horticultural Science, London, 29: 203-209.

BOULD, C., 1964. Leaf Analysis as a Guide to the Nutrition of Fruit Crops. V - Sand Culture N, P, K, Mg Experiments With Strawberry (Fra

garía spp.). Journal of Science Food and Agriculture, London, 15: 474-487.

X BOYCE, B.R. e O.L. MATLOCK, 1966. Strawberry Nutrition. In: Childers, N.F. ed. Nutrition of Fruit Crops. 2 ed. New Brunswick. p. 518-548.

BRAOFIELD, E.G., 1975. Potassium Nutrition of the Strawberry Plant. I - Rates of Dry Matter Production and Potassium Uptake. Effect of Potassium Supply on Components of Yield. Journal of Science Food and Agriculture, London, 21: 554-558.

BRADFIELD, E.G.; BONTOS DAMANIOS e J.F. STICKLAND, 1975. Plassium Nutrition of Strawberry Plant. Effect of Potassium Treatment and of the Rooting Media on Components of Yield and Crytical Leaf Potassium Concentration. Journal of Science Food and Agriculture, London, 26: 669-674.

X CAMARGO, L.S. de; BERNARDI, S.B.; ALVES, S. e E. ABRAMIOES, 1973. Comportamento de Novas Variedades Híbridas de Morangueiro, em Monte Alegre do Sul, no ano de 1968. Bragantia, Campinas, 27: 165-167.

CAMARGO, L.S. de, 1973. Instrução Para a Cultura do Morangueiro. Boletim do Instituto Agronômico, Campinas, n. 29. 32 p.

CAMARGO, P.N., 1970. Princípios de Nutrição Foliar. Piracicaba. Ed. Agronômica Ceres. 118 p.

CARBONARI, R., 1973. Influência da Época de Plantio na Produção de Algumas Variedades de Morangueiro (*Fragaria spp.*). Botucatu, Fac. de Ciênc.Méd.e Biológicas de Botucatu. 123 p. (Tese de Doutorado).

CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. Avaliação da Fertilidade do Solo: Métodos de Análises. Piracicaba, Livroceres. 61 p.

COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Rio de Janeiro, n. 12. 634 p.

COSTA, M.C.B.; H.P. HAAG e J.R. SARRUGE, 1972. Nutrição Mineral de Hortaliças, Absorção de Macro e Micronutrientes pela Cultura do Quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 29: 109-126.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". Departamento de Física e Meteorologia, 1973. Análise dos Dados Meteorológicos de Piracicaba (SP) de 1917 a 1970. Boletim Técnico-Científico da ESALQ, Piracicaba, nº 36. 26 p.

FERNANDES, P.D. e H.P. HAAG, 1972. Nutrição Mineral de Ortaliças. XXI. Efeito da Omissão dos Macronutrientes no Crescimento e na Composição Química do Pimentão (*Capsicum annum* L.) Var. Avelar. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 29: 223-235.

FILGUEIRA, F.A.R., 1972. Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortaliças. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres. 451 p.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; BORDUCCHI, A.S. e J.R. SARRUGE, 1973. Absorção de Nutrientes por Duas Variedades de Maracujá. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 30: 267-279.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; WATANABE, S. e J.R. SARRUGE, 1974. Nutrição Mineral das Plantas Ornamentais III. Absorção de Nutrientes Pela Rainha Margarida (*Callestephus chinensis*), Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 31: 223-332.

HOLUBOWICZ, F., 1969. Changes in Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Calcium Content in Strawberry Leaves. Roczniki Wyzszy Poluiczy, nº 44: 77-71. Apud Horticultural Abstracts, London, 42: 742.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1957. Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Rio de Janeiro, V. 29.

- JOHANSON, F.D. e R.B.WALKER, 1963. Nutrient Deficiencies and Foliar Composition of Strawberries. Proceedings of the American Society for Horticultural Science, St. Joseph, Michigan, 83: 431-439.
- JOHN, M.K.; DAUBNEY, H.A. e F.D. Mc ELROY, 1975. Influence of Sampling Time on Elemental Composition of Strawberry Leaves and Petioles. Journal of the American Society for Horticultural Science, St. Joseph, Michigan, 100: 513-517.
- LINEBERRY, R.A. e V. BURKHART, 1943. Nutrient Deficiencies in the Strawberry Leaf and Fruit. Plant Physiology, New York, 18: 324-333.
- MACEDO, M.C.M., 1976. Absorção de Nutrientes por Cultivares Nacionais de Batatinha (*Solanum tuberosum* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 97 p. (Dissertação de Mestrado).
- MEYER, B.S.; ANDERSON, D.B. e R.H. BÖHNING, 1970. Introdução à Fisiologia Vegetal. Fund. Calouste Gulbenkian, Lisboa. 563 p.
- PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de Estatística Experimental. 3 ed. São Paulo, 404 p.
- RANZANI, G.; FREIRE, O. e T. KINJO, 1966. Carta de Solos do Município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 85 p.
- RAZUMNAYA, E.D., 1975. Distribution of Nutrients and Their Removal by Strawberry Plants. Agrokimiya. 5: 95-101, 1973. Apud Horticultural Abstracts, East Mailing, Ing. 45(2): 218.
- SARRUGE, J.R.; GOMES, L.; HAGG, H.P. e E. MALAVOLTA, 1963. Estudos Sobre a Alimentação Mineral do Algodoeiro. I. Marcha de Absorção de Macronutrientes. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 20: 13-23.
- SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. Análises Químicas em Plantas. Piracicaba, ESALQ/USP. 56 p.

- SETZER, J., 1946. Contribuição para o Estudo do Clima do Estado de São Paulo. São Paulo, Escolas Professores Salesianos. 239 p.
- THOMAZ, M.C., 1975. Nutrição Mineral do Espinafre (*Tetragonia expansa* Murr.). Piracicaba, ESALQ/USP. 81 p. (Dissertação de Mestrado).
- WEBB, R.A. e D.G. HALLAS, 1966. The Effect of Iron Supply on Strawberry, Var. Royal Sovereign. Journal of Horticultural Science, 41: 179-188.