

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS • LIV-
ACUMULAÇÃO DE NUTRIENTES NA CULTURA DO PEPINO
(*Cucumis sativus* L.) VAR. AODAI CULTIVADO
EM CONDIÇÕES DE CAMPO*

FRANCISCO AUGUSTO MORA SOLÍS **
HENRIQUE PAULO HAAG ***
KEIGO MINAMI****
WALTER JOÃO DIEHL*****

RESUMO

Com o objetivo de se determinar a acumulação de nutrientes pela planta de pepino (*Cucumis sativus* L.) var. Aodai, foi conduzido a um experimento de campo, no município de Piraci-

-
- * Parte da tese, apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP. Entregue para publicação em 10/12/82.
- ** Faculdade de Ciências Natural, Universidade do Panamá.
- *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- **** Departamento de Matemática e Estatística, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- ***** Departamento de Agricultura e Horticultura, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

caba, SP (LS: 22°41'31" e LW: 47°38'01"), em um solo Terra Roxa Estruturada, Série Luiz de Queiroz, devidamente adubado.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, com amostragens das plantas aos 12, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 dias após a emergência da planta sendo subdivididas em caule, folhas do caule, ramos, folhas dos ramos, flores femininas, flores masculinas e frutos que foram analisados para os nutrientes.

Verificou-se que após 84 dias da emergência, a acumulação de nutrientes pela parte aérea, por planta, foi de K-10,8 g; N-6,1 g; Ca-5,6 g; Mg-1,5 g; P-0,68 g; S-0,44 g; Fe-37,5 mg; Mn-25,0 mg; Z-10,7 mg; B-10,3 mg; Cu-4,5 mg.

INTRODUÇÃO

Os valores apresentados pela literatura referentes à extração de nutrientes por planta do pepino são muito variáveis. Estas variações, devem-se, fundamentalmente, às condições experimentais sob as quais foi realizado o cultivo da planta. Inúmeras causas podem ser mencionadas, sendo entre outras, o cultivo no solo ou em soluções nutritivas, a composição de solução nutritiva, a densidade da planta e a duração do cultivo, para se mencionar somente algumas delas.

São escassos na literatura trabalhos enfocando dados de pesquisas e adubação do pepino, fato este mais evidente nas condições do Brasil.

Havendo necessidade de informações básicas sobre o crescimento e a nutrição mineral desta hortaliça, optou-se pela análise detalhada do comportamento das plantas em condições de cultivo comercial, que aliadas ao conhecimento de marcha de acumulação ontogênica de nutrientes, serão de grande valor no estabelecimento de programas adequados de adubação.

Na França, em condições de cultivo no solo, ANSETT (1967) & COIC (1967) determinaram o consumo de nutrientes por plantas da cultura. O primeiro autor obteve uma produção de frutos de 3,0 kg/planta e o segundo de 2,5 kg/planta, em plantas que extraíram, respectivamente, as seguintes quantidades de nutrientes: 48,0 g e 41,1 g de N; 9,5 g e 3,3 g de P; 79,2 g e 53,7 g de K; 30,4 g e 37,0 g de Ca e 4,3 e 4,1 g de Mg.

Em cultura conduzida no campo, GEISSLER (1967), na Alemanha Ocidental, com produções médias de 2,5 kg de fruto, registrou que a absorção pela planta, correspondeu a 38,3 g de N; 9,2 g de P; 79,0 g de K; 61,2 g de Ca e 11,2 g de Mg.

O presente trabalho teve por objetivo determinar a acumulação de nutrientes pela planta e suas partes em função da idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no município de Piracicaba, SP (LS: 22°41'31" e LW: 47°38'01"), com plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) var. Aodai, que foram cultivadas em um solo Terra Roxa Estruturada, série Luiz de Queiroz, devidamente adubado.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, com amostragens das plantas aos 12, 24, 36, 48, 60, 72 e 84 dias após a emergência, sendo subdivididas em caule, folhas do caule,

ramos, folhas dos ramos, flores masculinas, flores femininas e frutos, que foram analisados para os nutrientes.

As amostras foram preparadas e analisadas quimicamente, segundo as recomendações contidas em SARRUGE & HAAG (1974).

A análise de regressão para as quantidades de nutrientes acumuladas pelas partes da planta em função da idade, para a obtenção das curvas, dos pontos de mínima, de inflexão e de máxima, foram obtidas a partir dos dados ajustados por computação eletrônica, utilizando-se o programa para a obtenção dos polinômios ortogonais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nitrogênio

Os resultados obtidos sobre a acumulação de nitrogênio nas partes aéreas das plantas, em função da idade, acham-se expostos na Tabela 1 e na Figura 1.

Verifica-se que houve efeito da idade nas quantidades de nitrogênio acumuladas pelos órgãos da planta, exceto no caso das flores masculinas, as quais não apresentaram correlações significativas.

Nos estádios iniciais a acumulação de nitrogênio foi pequena, não havendo diferença significativa, (Tabela 1), sendo que a partir dos 36 dias, como se observa a Figura 1, a taxa de acumulação de nitrogênio pelas partes das plantas foi elevada, associada à alta produção de matéria seca.

No que tange ao caule, constata-se pela Tabela 1, que a acumulação de nitrogênio cresceu sempre com a idade da planta, seguindo a tendência da produção de matéria seca, ajustando-se a uma equação de 2º grau, com um alto coeficiente de determinação de 99,21**. As quanti-

Tabela 1 - Acúmulos médios de nitrogênio nos órgãos aéreos da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta						kg/ha				
	Caulo	Folhas do Caulo	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas	Flores e frutps	Total
12	0,60a	8,69a	-	-	-	-	9,29a	0,007	0,097	-	0,104
24	4,70a	33,95a	-	-	-	-	38,65a	0,052	0,377	-	0,429
36	19,04a	149,77a	-	-	-	-	168,81a	0,211	1,644	-	1,875
48	99,15b	679,80b	74,95a	352,45a	18,98a	11,15a	1236,48b	1,934	11,468	0,335	13,737
60	162,32b	932,55dc	210,50a	1212,20b	38,07a	833,02b	3389,66c	4,142	23,839	9,678	37,209
72	300,95c	1172,30d	683,17b	1734,90c	28,53a	1596,30d	5516,15d	10,934	32,299	18,052	61,285
84	389,77d	771,42bc	781,80b	2135,92c	26,89a	1955,75d	6061,55d	13,016	32,301	22,027	67,344
dms (Tukey) 5%											
	72,72	245,67	172,77	503,23	19,58	687,07	911,49	-	-	-	-
C.V. (%)											
	22,52	19,94	18,80	17,63	33,15	29,760	16,85	-	-	-	-

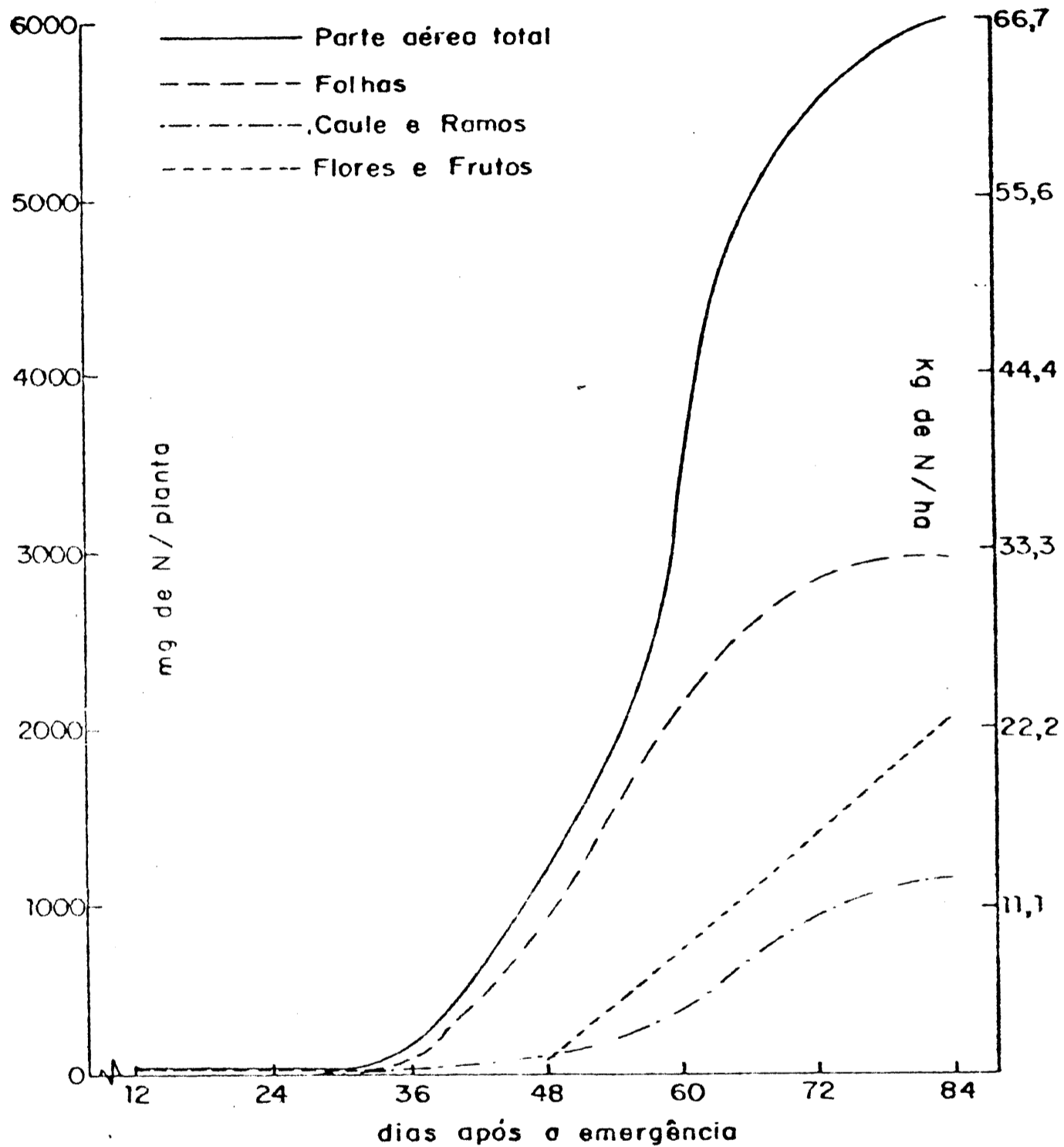


Figura 1. Acúmulo de nitrogênio pelos órgãos da planta, em função da idade.

dades médias acumuladas variaram de 0,60 mg a 389,77 mg por planta, no período de 12 a 84 dias após a emergência.

As folhas do caule acumularam nitrogênio obedecendo uma equação de regressão cúbica, com coeficiente de determinação de 98,34*, com ponto de inflexão aos 45 dias com 526,7 mg de N/planta, e ponto de máxima aos 70 dias com 1116,92 mg de N/planta aos 70 dias. Estes dois pontos, indicam respectivamente, a taxa de acumulação máxima e a idade em que as folhas apresentaram uma quantidade máxima de nitrogênio. Corresponderam à época da aplicação em cobertura de fertilizantes nitrogenado, realizada quando a planta completava 38 e 62 dias de emergência.

Os ramos, as folhas dos ramos, assim como as flores femininas e frutos, acumularam quantidades crescentes de nitrogênio segundo uma regressão linear (Figura 1). Aos 84 dias após a emergência da planta, as quantidades acumuladas estimadas nos ramos e nas folhas foram, respectivamente de 826,58 mg e 2239,90 mg de N/planta superando amplamente as quantidades estimadas de 397,3mg no caule e de 724,00 mg nas folhas do caule nessa mesma época.

Com respeito ao fruto, foi verificado que a acumulação do nutriente intensificou-se enquanto o fruto incrementou seu tamanho, aumentando de 109,4 mg de nitrogênio acumulados aos 48 dias para 2,088 mg aos 84 dias. Os resultados obtidos, concordam com os encontrados por WARD (1970), quando verificou que a absorção do nutriente e sua translocação para o fruto acompanhava o seu desenvolvimento.

O total dos órgãos aéreos da planta acumularam no final do período estudado, uma média de 6,06 g de N/planta e um total estimado pela equação de regressão, de 61,05 kg de elemento por hectare.

CARPENAS et alii (1978) relatam que o consumo de nitrogênio por plantas da variedade "Sporu", aumentou

até atingir um máximo entre a sexta e a nona semana, começando então a decrescer lentamente. WARD (1967a) verificou que plantas de pepino da variedade "Burpee hybrid" acumularam aos 50 dias, 72 kg de nitrogênio por hectare, valor superior ao obtido no presente ensaio.

Fósforo

Os resultados obtidos sobre a acumulação de fósforo nos órgãos aéreos da planta, estão na Tabela 2 e na Figura 2.

As quantidades de fósforo acumuladas tanto no caule como nas folhas do caule, ajustaram-se a equações de regressão cúbicas (Tabela 2), ocorrendo uma tendência ao acúmulo do nutriente com o aumento de idade da planta, exceto aos 84 dias onde verificou-se uma diminuição do teor acumulado. Possivelmente, essa diminuição foi provocada pelas baixas concentrações do nutriente nesses órgãos nessa época da planta, e pela queda das folhas mais velhas.

A curva de acúmulo de fósforo no caule, apresentou um ponto de inflexão aos 48 dias com 20,31 mg e um ponto máximo de acúmulo aos 77 dias com 42,32 mg do nutriente. Para as folhas, o ponto de inflexão da curva foi observado aos 44 dias com 48,79 mg e o ponto de máximo aos 67 dias com 103,75 mg de fósforo. A acumulação de fósforo nestes órgãos tendeu a aumentar, em virtude da maior produção de matéria seca, sendo lenta ao início, e aumentando a taxa nos estádios posteriores, embora, estes resultados conflitem com os obtidos por CARPENA et alii (1978), que relataram que a absorção de fósforo nas folhas manteve-se completamente uniforme durante todo o cultivo.

Os ramos e as folhas dos ramos acumularam fósforo obedecendo a uma regressão cúbica e a uma quadrática, respectivamente. A curva do teor acumulado nos ramos apresentou um ponto de inflexão aos 63 dias com 76,59 mg e um ponto de máxima aos 76 dias com 143,23 mg e nas fo-

Tabela 2 - Acúmulos de fósforo nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta										kg/ha			
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas e frutos	Total				
12	0,10a	0,82a	-	-	-	-	-	0,92a	0,001	0,009	-	0,010		
24	0,71a	3,71a	-	-	-	-	-	4,42a	0,008	0,041	-	0,049		
36	4,46a	18,87ab	-	-	-	-	-	23,33a	0,050	0,210	-	0,260		
48	23,26b	68,41c	15,92a	40,57a	3,67a	1,81a	153,62a	0,435	1,211	0,061	1,707			
60	30,78bc	79,48cd	50,20a	111,62b	7,43b	142,17b	421,68b	0,900	2,123	1,662	4,685			
72	42,85c	118,35d	134,90c	189,88c	5,17ab	248,95bc	730,10c	1,975	3,313	2,823	8,111			
84	39,82bc	48,70bc	90,10b	139,20bc	4,01b	357,02c	678,86c	1,443	2,088	4,011	7,542			
dms (Tukey) 5%	17,20	41,00	38,56	59,33	3,23	134,39	163,83	-	-	-	-	-		
C.V. (2)	36,87	36,88	25,23	23,17	30,36	34,13	24,83	-	-	-	-	-		

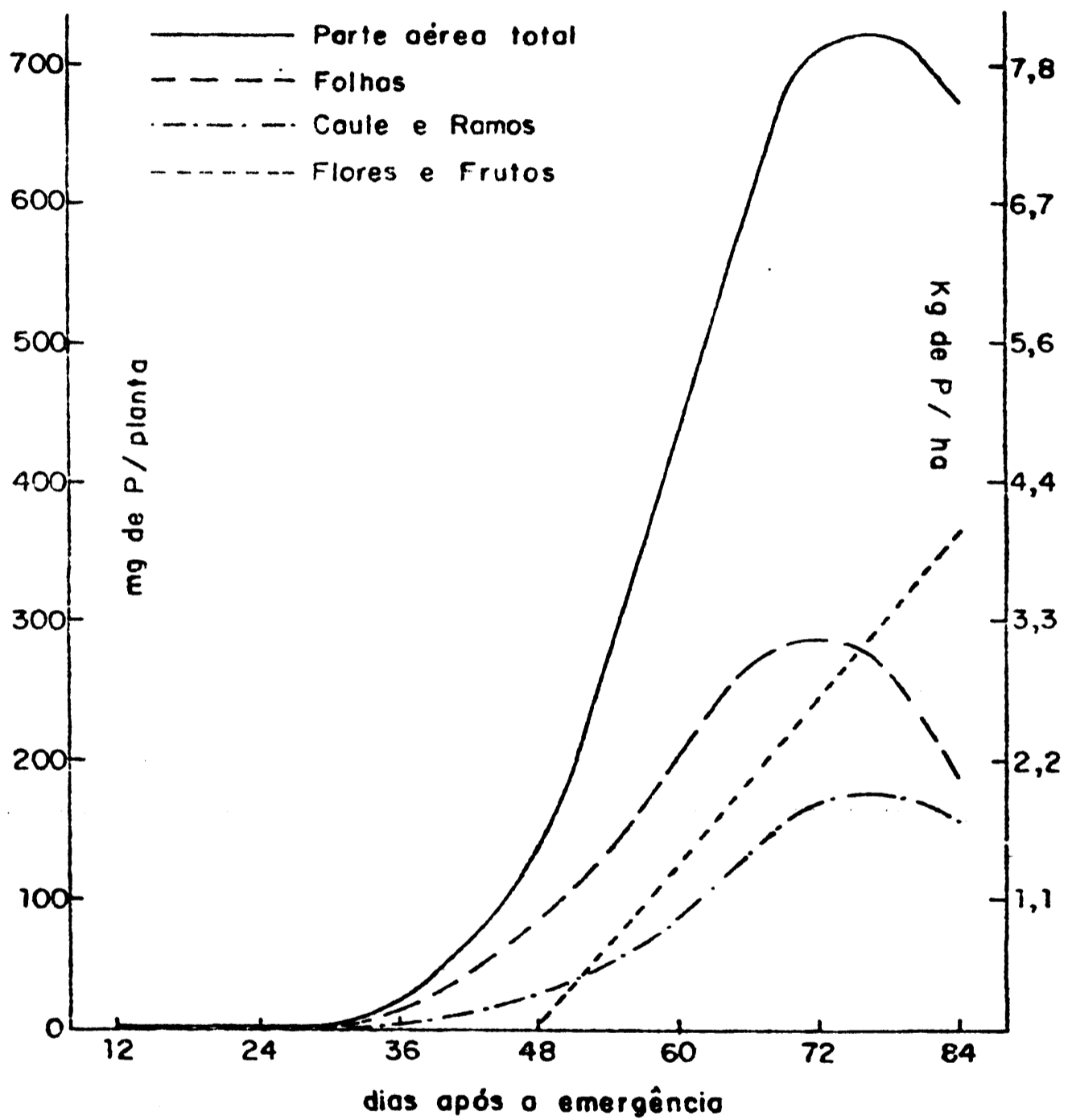


Figura 2. Acúmulo de fósforo pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

lhas,, um ponto de máximo aos 74 dias com 162,11 mg. Pode ser verificado, na Tabela 2, que as quantidades de fósforo acumuladas nestes ultrapassaram as quantidades totais acumuladas pelo caule e suas folhas, o que pode ser explicado tanto por uma maior concentração do elemento, como pela maior produção de matéria seca destas partes nos estádios finais da planta.

As partes reprodutivas da planta mostraram uma tendência em aumentar a quantidade de fósforo acumulada com a maturidade da planta. A quantidade acumulada pelas flores masculinas ajustou-se a uma equação de 2º grau, devido ao aumento na produção de matéria seca desse órgão, pois a concentração de fósforo permaneceu relativamente constante. Já o fruto e as flores femininas, acumularam fósforo segundo uma equação linear. A absorção do nutriente por estes órgãos, acompanhou a curva de acúmulo de matéria seca (Tabela 2), sendo estimados aos 48 e 84 dias, teores acumulados de 11,63 mg e 363,35 mg.

A quantidade de fósforo acumulada pelo total dos órgãos aéreos, aumentou rapidamente nos períodos finais em função do aumento da produção de matéria seca e principalmente do desenvolvimento dos frutos, que acumularam mais do 50% do total estimado de 679,1 mg na planta. A absorção média de fósforo correspondeu a 7,54 kg/ha aos 84 dias do cultivo.

Em plantas da variedade "Burpee hybrid", WARD (1967a) determinou acúmulos de 673 mg em planta com 50 dias de idade e de 4,23 g aos 6 meses.

Potássio

As quantidades de potássio acumuladas nos órgãos aéreos, em função da idade da planta, são apresentados na Tabela 3, com ilustração na Figura 3.

Os valores de acumulação de potássio no caule ajustaram-se a uma equação de regressão de 2º grau, com um alto coeficiente de determinação de 99,55** notando - se

Tabela 3 - Acúmulos médios de potássio nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta						kg/ha				
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas	Flores e frutos	Total
12	2,11a	6,37a	-	-	-	-	8,48a	0,023	0,071	-	0,094
24	14,72a	26,04a	-	-	-	-	40,76a	0,164	0,289	-	0,453
36	80,90a	128,58ab	-	-	-	-	209,63a	0,899	1,430	-	2,329
48	236,55a	489,05b	172,10a	228,77a	16,85a	12,32a	1155,64a	4,540	7,975	0,324	12,839
60	490,97b	985,80c	729,57a	1164,35b	49,20b	1226,57b	4546,47b	13,560	23,888	14,174	51,622
72	762,75c	1499,25c	1845,52b	2174,27c	32,97ab	2442,52c	8757,28c	28,978	40,810	27,503	97,291
84	1297,55d	1099,07d	2763,30c	2603,75c	35,70ab	3126,30c	10925,67b	45,116	41,140	35,130	-121,386
dms (Tukey) 5%	243,94	269,13	666,62	828,43	24,04	1055,99	1845,31	-	-	-	-
C.V. (%)	25,72	26,53	23,04	25,57	33,99	29,54	21,99				

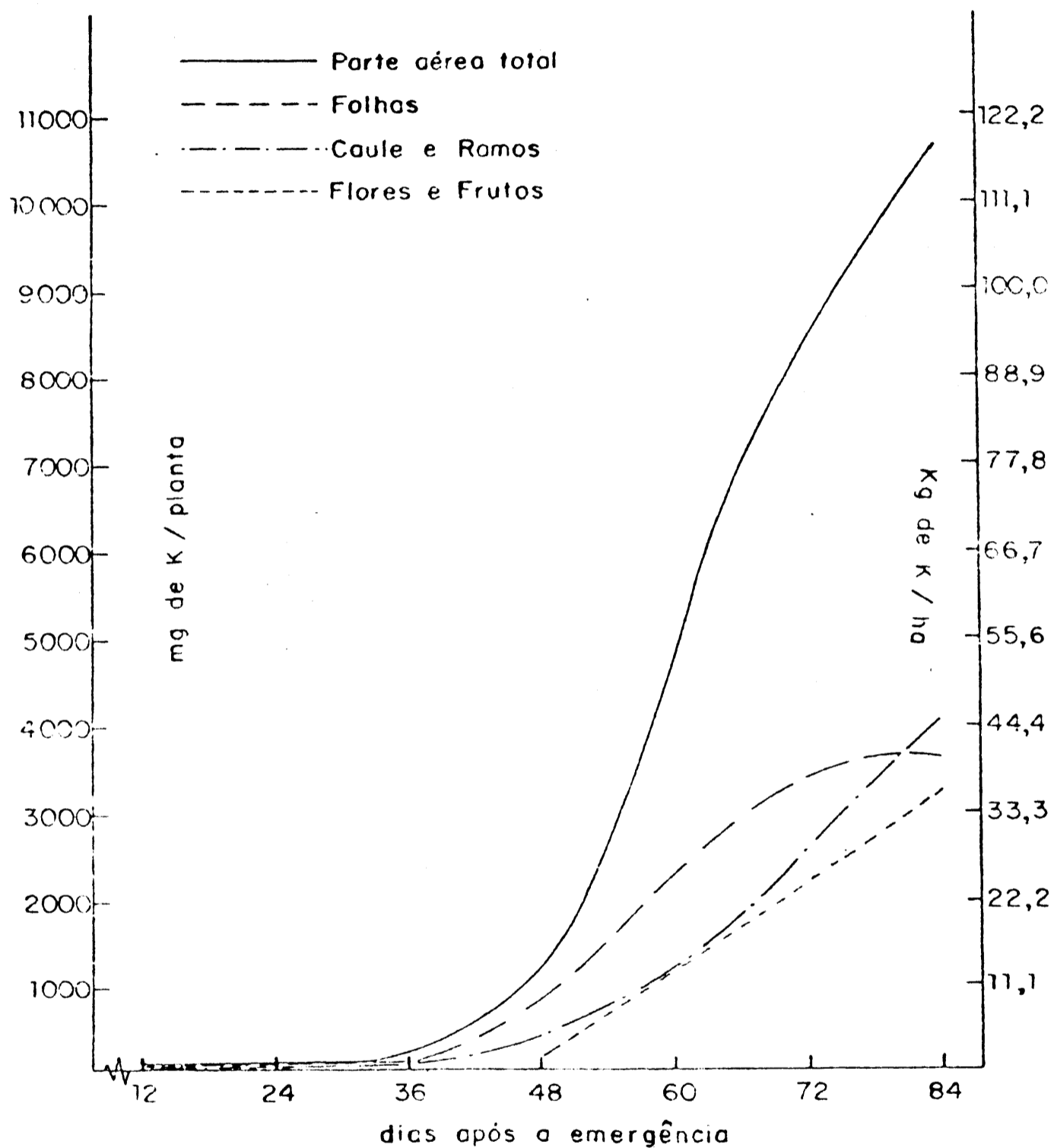


Figura 3. Acúmulo de potássio pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

um aumento do acúmulo com a idade da planta, atingindo aos 84 dias quantidades estimadas de 1292,8 mg por planta. Já nas folhas, a acumulação de potássio obedeceu a uma equação de quarto grau, aumentando de acordo com a idade da planta, mas sendo constatada uma diminuição na amostragem realizada aos 84 dias, com 986 mg, pelas perdas das folhas mais velhas. Ao se comparar o acúmulo de potássio nestes dois órgãos, pode ser verificado pela Tabela 3, que houve sempre uma absorção maior pelas folhas, apesar da concentração do elemento ter sido sempre maior no caule (Figura 3). Isto é explicado em base ao maior ganho de peso de matéria seca nas folhas.

Os ramos e as folhas dos ramos acumularam potássio segundo uma equação linear, atingindo quantidades estimadas semelhantes na amostragem realizada aos 84 dias, com 2763 mg por planta, as quais superam amplamente os acúmulos constatados no caule e suas folhas.

Nos órgãos reprodutivos, o acúmulo de potássio nas flores masculinas obedeceu a uma equação quadrática com um baixo coeficiente de determinação de 56,87* (Tabela 3). Apesar de ter tido uma diminuição na concentração de potássio nas amostras conjuntas de flores femininas e frutos, em função da idade da planta, o acúmulo deste nutriente nestes órgãos aumentou linearmente em função do aumento de matéria seca produzida (Figura 3).

A extração total de potássio pelos órgãos aéreos da planta, obedeceu uma equação de regressão de segundo grau, com um elevado coeficiente de determinação de 98,82**, aumentando gradualmente com a idade da planta, até atingir aos 84 dias quantidades estimadas de 10,806 mg, com uma absorção média de 121,4 kg por hectare. Estas quantidades, superam amplamente os teores acumulados de nitrogênio e de fósforo na planta, e estão dentro dos resultados informados por WARD (1967a) em plantas da variedade "Burpee hybrid", que acumularam 4 g de potássio aos 50 dias e 25 g aos 6 meses.

Cálcio

Na Tabela 4 e na Figura 4, apresentam-se os resultados referentes à acumulação de cálcio nos órgãos aéreos em função da idade.

A acumulação de cálcio pelo caule, ajusta-se a uma equação de 3º grau, com elevado coeficiente de determinação de 99,97**, com o ponto de inflexão aos 25 dias com 3,35 mg/planta, havendo a partir dessa época um aumento intenso no acúmulo do nutriente (Tabela 4), até atingir aos 84 dias valores estimados de 399,5 mg/planta.

O acúmulo de cálcio nas folhas adaptou-se a uma equação de 4º grau. Na Tabela 4 e na Figura 4, observa-se que não houve diferença significativa nas quantidades acumuladas nos primeiros estádios da planta. No período seguinte, houve um aumento acelerado até os 72 dias, com teor médio de 2114,12 mg/planta, diminuindo no final do período para um valor observado de 1156,27 mg/planta. Nestes órgãos, o acúmulo do nutriente obedeceu a curva de ganho de peso da matéria seca.

Na Tabela 4, verifica-se que a quantidade acumulada pelas folhas sempre excedeu aquela acumulada pelos ramos e pelo caule, devido a concentração do nutriente na folha ter sido sempre mais elevada, aliada a uma maior produção de matéria seca. Os valores estimados na amostragem feita aos 84 dias, corresponderam a 578,3 mg no caule e 3121,0 mg nas folhas, quantidades estas que ultrapassaram aquelas acumuladas neste período pelo caule e suas folhas.

Não foi encontrada correlação significativa entre o acúmulo de cálcio nas flores masculinas e a idade da planta. Nas flores femininas e frutos, a acumulação do nutriente, deu-se linearmente (Figura 4). Até o final do período, 84 dias, a quantidade acumulada estimada correspondeu a 358,75 mg/planta.

A acumulação total de cálcio pelas partes aéreas, obedeceu a uma equação quadrática, com um coeficiente de

Tabela 4 - Acúmulos médios de cálcio nos órgãos aéreos da planta, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (11.110 plantas / ha).

Dias após a emergência	mg/planta										kg/ha		
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas	Flores e frutos	Total		
12	0,35a	3,46a	-	-	-	-	3,81a	0,004	0,038	-	0,042		
24	1,86a	21,45a	-	-	-	23,31a	0,021	0,238	-	0,259			
36	6,50a	118,82ab	-	-	-	125,32a	0,072	1,320	-	1,392			
48	24,12ab	684,40bc	9,54a	131,15a	6,05a	857,22ab	0,374	9,061	0,089	9,524			
60	79,07b	843,97c	84,23a	674,77a	6,48a	1875,94b	1,814	16,873	2,154	20,841			
72	203,05c	2114,12d	405,40b	2215,50b	6,53a	5194,97c	6,670	48,102	2,854	57,716			
84	399,47d	1156,27b	585,28b	3133,65	9,43a	5627,37c	10,941	47,661	3,918	62,520			
dms (Tukey) 5%	56,23	567,39	271,11	746,17	6,55	112,35	1179,06	-	-	-	-		
C.V. (%)	23,95	34,95	40,17	23,09	8,58	27,33	26,28	-	-	-	-		

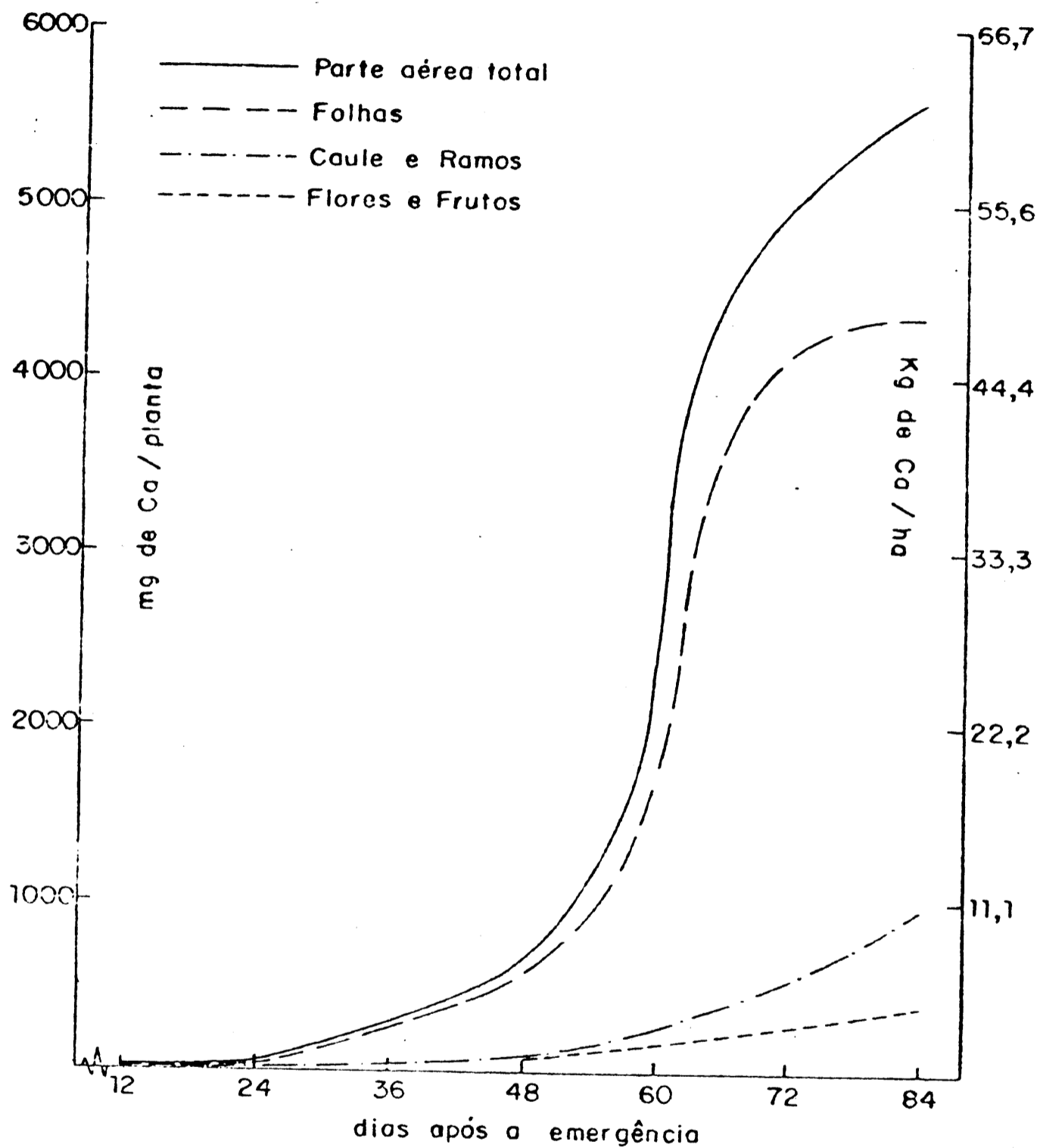


Figura 4. Acúmulo de cálcio pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

determinação de 94,65**, atingindo valores estimados de 5616,1 mg/planta aos 84 dias e um valor no campo de 62,2 kg/ha, quantidades estas superiores aos teores de nitrogênio e fósforo acumulados pelas plantas.

Magnésio

As quantidades de magnésio acumuladas pelas partes aéreas da planta, nos diferentes estádios de desenvolvimento, são apresentados na Tabela 5, e a representação gráfica na Figura 5.

A absorção de magnésio pelo caule obedeceu a uma curva de 3º grau, com um elevado coeficiente de determinação de 97,93**. Aos 84 dias de idade da planta, a absorção estimada correspondeu a 127,75 mg/planta.

Nas folhas do caule, a acumulação de magnésio, ajustou-se a uma equação de 4º grau, observando-se um acúmulo lento até os 36 dias (Tabela 5), sendo que no período seguinte, o acúmulo aumentou rapidamente em uma quantidade média de 343,05 mg/planta aos 72 dias, para em seguida diminuir aos 84 dias a 242,42 mg/planta, pela perda das folhas mais velhas. Os valores acumulados foram superiores aos acumulados pelo caule, devido tanto à maior produção de matéria seca das folhas, como pelas concentrações mais elevadas do elemento neste órgão.

Foram ajustadas equações de regressão cúbica e de primeiro grau, respectivamente, para as quantidades de magnésio acumuladas nos ramos e nas folhas dos ramos. Os ramos apresentaram uma taxa de maior acúmulo aos 67 dias e uma máxima acumulação aos 82 dias com um valor estimado de 245,6 mg/planta. As quantidades acumuladas pelas folhas cresceram linearmente com valores estimados que oscilaram de 32,33 mg/planta a 566,89 mg/planta no início e no final do período de estudo. Em ambos os órgãos, verificaram-se quantidades absorvidas acima das acumuladas pelo caule e suas folhas, pois apesar de ter apresentado concentrações de magnésio semelhantes na planta, a acumulação do elemento deu-se em função da produção de matéria seca.

Tabela 5 - Acúmulos médios de magnésio nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta										kg/ha		
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas e frutos	Total			
12	0,11a	0,86a	-	-	-	-	0,97a	0,001	0,010	-	0,011		
24	0,66a	5,21a	-	-	-	-	5,87a	0,07	0,058	-	0,065		
36	2,91a	24,22ab	-	-	-	-	27,13a	0,032	0,269	-	0,301		
48	18,08ab	111,22bc	10,30a	41,95a	2,35a	1,10a	185,00a	0,315	1,702	0,038	2,055		
60	31,48b	192,62cd	41,53a	178,15b	4,98b	78,25a	527,01b	0,811	4,119	0,925	5,855		
72	92,25c	343,05e	184,00b	424,58c	3,87ab	175,82b	1223,57c	3,069	8,528	1,996	13,589		
84	125,80d	242,42d	240,65c	553,78d	3,90ab	240,68b	1407,23c	4,071	8,846	2,717	15,634		
dms (Tukey) 5%	19,73	99,14	53,39	123,28	2,58	79,43	252,06	-	-	-	-		
C.V. (%)	22,13	32,88	21,34	19,43	32,53	30,51	22,75	-	-	-	-		

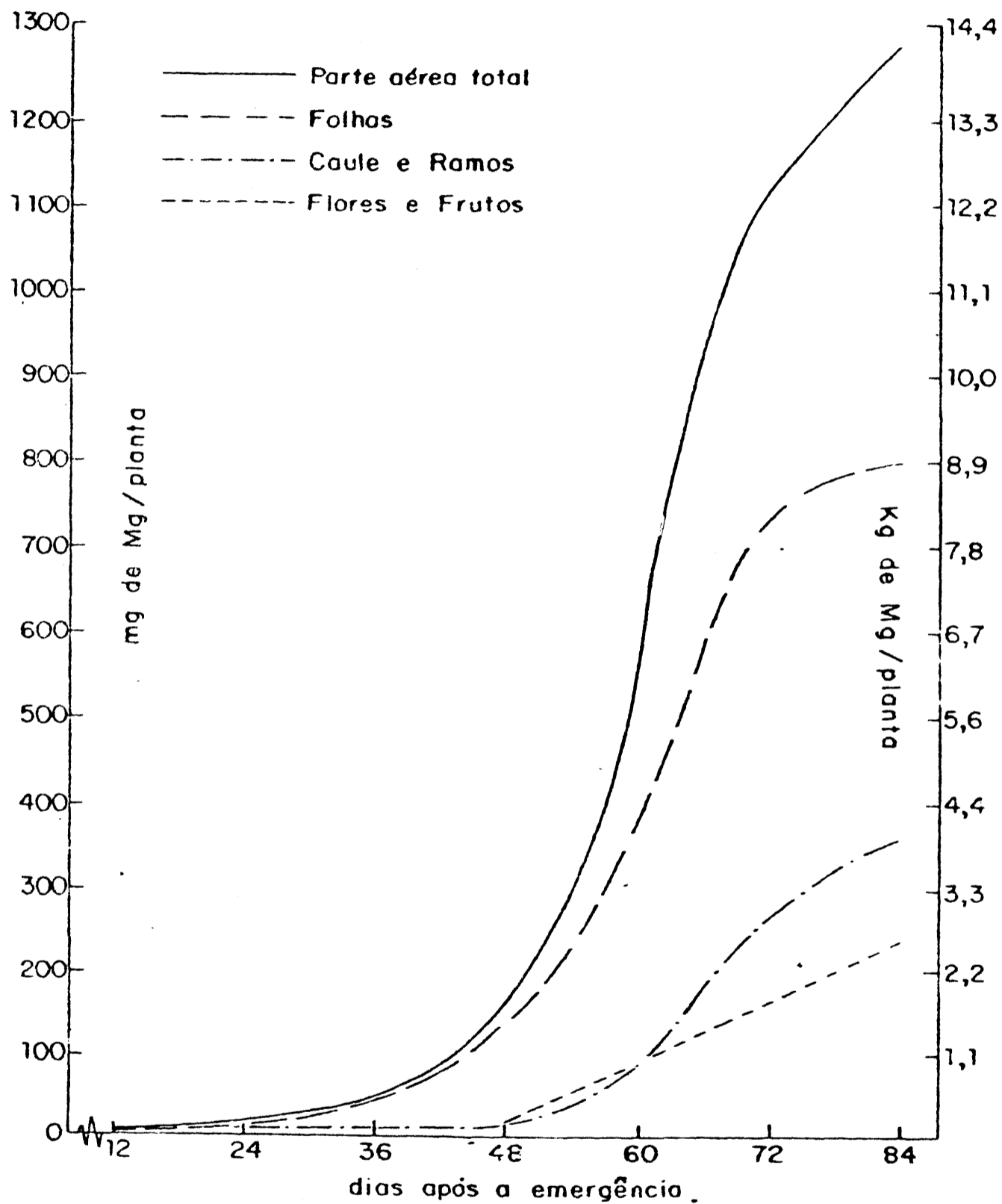


Figura 5. Acúmulo de magnésio pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Não houve influência significativa da época no acúmulo de magnésio pelas flores masculinas. A análise conjunta das flores femininas e dos frutos, que apesar de ter revelado redução da concentração de magnésio com a idade da planta nos órgãos, em virtude da diluição deste nutriente provocado pelo desenvolvimento dos frutos, mostrou que o acúmulo do nutriente por estes órgãos foi crescente, acompanhando a curva de produção de matéria seca. A acumulação aumentou linearmente (Figura 5), atingindo, aos 84 dias, 240,64 mg/planta, correspondente a 15,6 kg/ha.

Enxofre

Na Tabela 6 e na Figura 6, acham-se expostos os resultados sobre a acumulação de enxofre pelos órgãos aéreos da planta, em função de sua idade.

A acumulação de enxofre pelo caule obedeceu uma equação cúbica, que apresentou um alto coeficiente de determinação de 96,83**, com ponto de inflexão aos 52 dias com 11,79 mg/planta, sendo estimada a máxima quantidade acumulada aos 82 dias com 25,43 mg/planta.

Nas folhas do caule, o acúmulo de enxofre obedeceu uma equação de regressão de 5º grau, diminuindo no final do período de estudo, segundo os dados determinados no campo (Tabela 6), até 41,27 mg/planta, depois de ter atingido aos 72 dias valores de 131,22 mg. Este fato pode ser explicado pela diminuição da concentração de enxofre no órgão nesse período e pelo acompanhamento da curva de acúmulo da matéria seca produzida. As variações na acumulação de enxofre na planta, poderiam estar ligadas às condições de mineralização da matéria orgânica do solo, dependentes da precipitação pluviométrica e temperatura (MENGEL & KIRBY, 1982).

Nos ramos, a absorção de enxofre cresceu linearmente. Aos 84 dias de idade, este órgão acumulou uma quantidade estimada de 70,34 mg/planta. Já nas folhas dos ramos, o acúmulo deste nutriente aumentou segundo

Tabela 6 - Acúmulos médios de enxofre nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e quilogramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta						kg/ha			
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas e frutos	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas e frutos	Total
12	0,05a	0,27a	-	-	-	-	0,32a	0,001	0,003	0,004
24	0,37a	1,35a	-	-	-	1,72a	0,004	0,015	0,019	
36	1,76a	5,79a	-	-	-	8,55a	0,020	0,075	0,095	
48	7,15b	23,57b	4,50a	1,92a	1,10a	48,84a	0,129	0,394	0,019	0,542
60	15,60c	77,52d	19,19a	87,90b	2,81b	255,81b	0,387	1,838	0,618	2,843
72	26,85d	131,02e	63,01b	160,48c	1,59a	484,48c	0,998	3,239	1,146	5,383
84	24,00d	41,27c	63,05b	167,03c	1,27a	426,74c	0,967	2,314	1,460	4,741
dms (Tukey) 5%	3,38	15,01	27,92	44,46	1,16	141,86	-	-	-	-
C.V. (%)	13,57	16,21	35,51	19,82	32,61	21,72	32,36	-	-	-

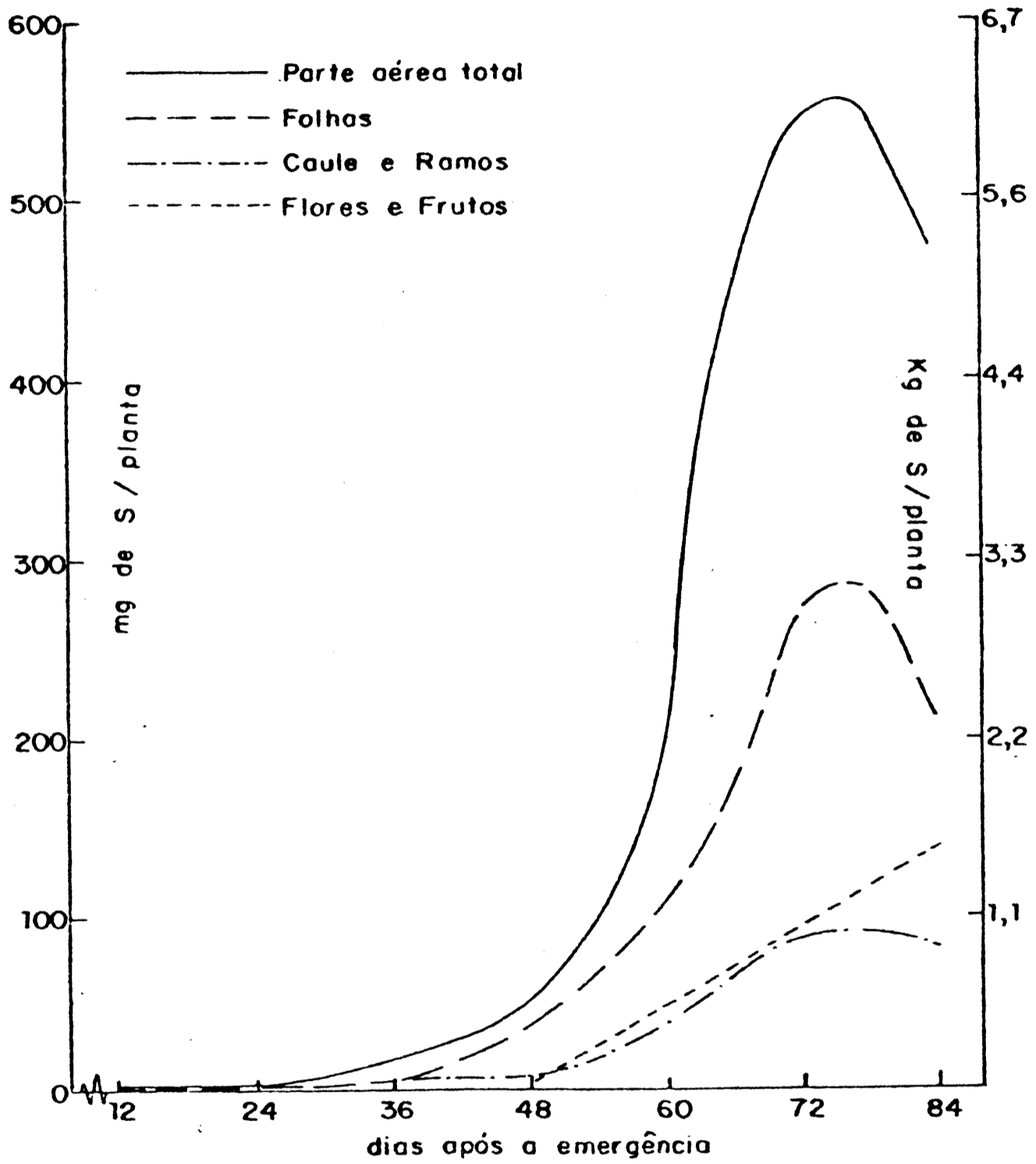


Figura 6. Acúmulo de enxofre pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

uma equação quadrática, atingindo uma quantidade máxima estimada de 170,16 mg aos 84 dias.

Embora a concentração de enxofre, nas flores e frutos diminuisse com a idade, o acúmulo deste elemento nos órgãos reprodutivos foi crescente. Deu-se segundo uma equação quadrática nas flores masculinas e linear nas flores femininas e frutos, acompanhando a curva o ganho da matéria seca. Aos 84 dias, estes últimos órgãos acumularam uma quantidade estimada de 136,85 mg/planta.

A quantidade total de enxofre acumulada pela parte aérea da planta obedeceu uma equação de regressão de 5º grau, sendo que o máximo acúmulo médio ocorreu aos 72 dias com 559,52 mg, correspondendo a um valor teórico de 6,2 kg/ha.

WARD (1976) determinou em plantas na maturidade, com 6 meses de idade, absorção de enxofre na ordem de 67,3 kg/ha, concluindo que as exigências desse nutriente eram bastante próximas das requeridas por magnésio e fósforo.

Boro

Os acúmulos de boro pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade, são apresentados na Tabela 7 e na Figura 7.

Pela Tabela 7, pode-se aquilatar a tendência progressiva do caule de aumentar o acúmulo de boro com a idade da planta, adaptando-se a uma equação de regressão de 2º grau com elevado coeficiente de determinação de 99,09**. As folhas acumularam boro, segundo uma equação cúbica, com coeficiente de determinação de 99,44**, ponto de inflexão aos 49 dias com 0,94 mg por planta e ponto de máxima aos 76 dias com 2,03 mg. Constata-se pela Figura 7, que o acúmulo do nutriente até os 48 dias nestes órgãos foi baixa, devido à pouca produção de matéria seca, devido à pouca produção de matéria seca, como também pelo baixo teor de boro. A partir dessa época, a

Tabela 7 - Acúmulos médios de boro nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e gramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta										g/ha		
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas	Total	Caulo e ramos	Folhas	Flores e frutos	Total		
12	0,001a	0,005a	-	-	-	-	0,006a	0,010	0,056	-	0,065		
24	0,008a	0,033a	-	-	-	0,041a	0,089	0,367	-	0,456			
36	0,036a	0,151a	-	-	-	0,187a	0,400	1,678	-	2,078			
48	0,122a	0,755a	0,112a	0,363a	0,039a	0,011a	1,422a	2,600	12,643	0,556	15,799		
60	0,446b	1,578b	0,618b	1,793b	0,083b	0,804b	5,322b	11,821	37,452	9,855	59,128		
72	0,983c	1,812b	1,193c	2,641a	0,052ab	1,719c	8,400c	24,175	49,473	19,676	93,324		
84	1,409d	2,134b	1,842d	3,669d	0,043a	1,515c	10,612d	36,119	64,471	17,309	117,899		
dns (Tukey) 5%	0,322	0,799	0,483	0,807	0,037	0,430	0,649	-	-	-	-		
C.V. (%)	32,66	36,51	24,42	18,16	32,51	20,25	19,31	-	-	-	-		

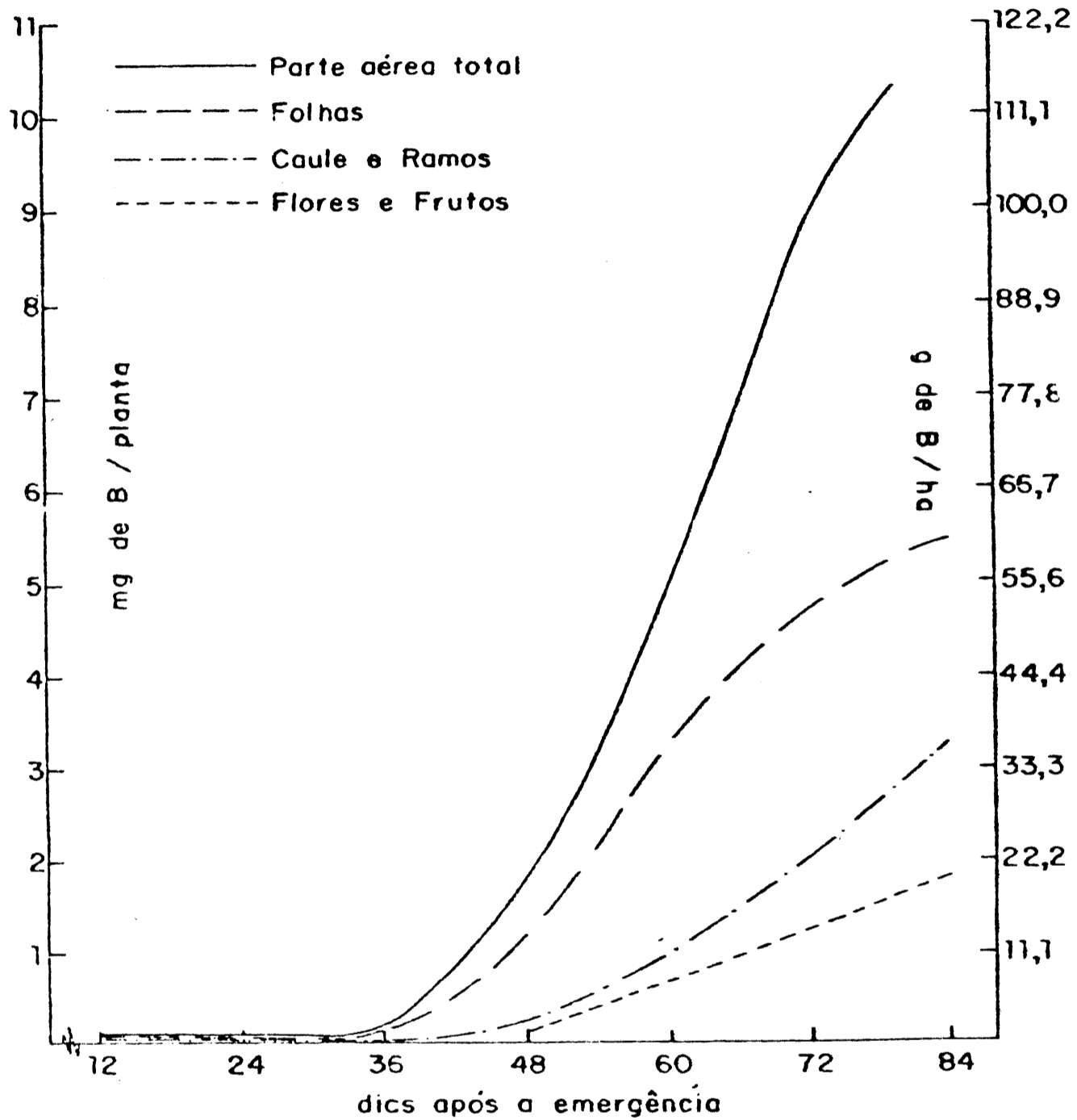


Figura 7. Acúmulo de boro pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

absorção foi crescente devido ao aumento significativo na concentração e ao maior acúmulo de matéria seca. As quantidades acumuladas de boro nos ramos e nas folhas dos ramos (Tabela 7), ajustaram-se a equações de regressão de 1º grau, com aumentos crescentes, apesar da concentração do nutriente não ter acompanhamento da curva de acumulação da matéria seca.

A acumulação de boro pelas flores e frutos foi crescente, embora houvesse diminuição das concentrações em função da idade, e deu-se pelo acompanhamento da curva de acúmulo de matéria seca, segundo equação quadrática nas flores masculinas e conforme regressão linear nas flores femininas e frutos. Aos 84 dias, estes últimos órgãos acumularam um total estimado de 1,87 mg de B / planta.

O total dos órgãos aéreos da planta, acumularam boro, conforme uma equação de 4º grau, atingindo no final do período, quantidades estimadas de 10,26 mg/planta, o que corresponde a uma absorção de 114,33 g/ha.

Ferro

As quantidades de ferro acumuladas pelos órgãos aéreos, em função da idade da planta, são apresentadas na Tabela 8, e na Figura 8.

Nota-se pela Tabela 8, que a acumulação de ferro nas partes da planta, foi irregular, não ajustando-se ao acúmulo de matéria seca nos órgãos e refletindo a variabilidade observada nas concentrações do micronutriente nas diferentes épocas.

O caule acumulou ferro segundo uma regressão cúbica com coeficientes de determinação de 89,46**, apresentando ponto de inflexão e de máxima, respectivamente, aos 46 e 70 dias com 1,5 mg e 3,8 mg. Também, nas folhas do caule, o acúmulo de ferro obedeceu uma regressão de 3º grau, ocorrendo o ponto de inflexão aos 35 dias com 5,05 mg e havendo uma máxima acumulação de 10,4 mg aos 65 dias.

Tabela 8 - Acúmulos médios de ferro nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta, e gramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após e emergência	mg/planta										g/ha		
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas	Flores e frutos	Total		
12	0,01a	0,10a	-	-	-	-	0,11a	0,111	1,111	-	1,222		
24	0,04a	0,37a	-	-	-	0,41a	0,44a	4,111	-	4,555			
36	0,53ab	5,77ab	-	-	-	6,30a	5,888	64,105	-	69,993			
48	0,98ab	10,48b	0,59a	6,52a	0,90a	19,64ab	17,665	188,870	11,666	218,201			
60	2,75c	7,85ab	1,68a	70,73d	1,80b	87,28c	49,217	873,024	47,440	969,681			
72	4,04d	10,14b	17,87d	46,09b	1,15a	83,53c	243,420	624,715	61,994	930,129			
84	1,85cb	1,89a	10,55b	19,70a	0,28c	39,45b	137,764	239,865	60,661	438,290			
dm (Tukey) 5%	1,27	7,80	3,98	17,90	0,49	2,89	21,34	-	-	-			
C.V. (%)	37,88	64,91	24,66	23,84	22,90	45,01	27,41	-	-	-			

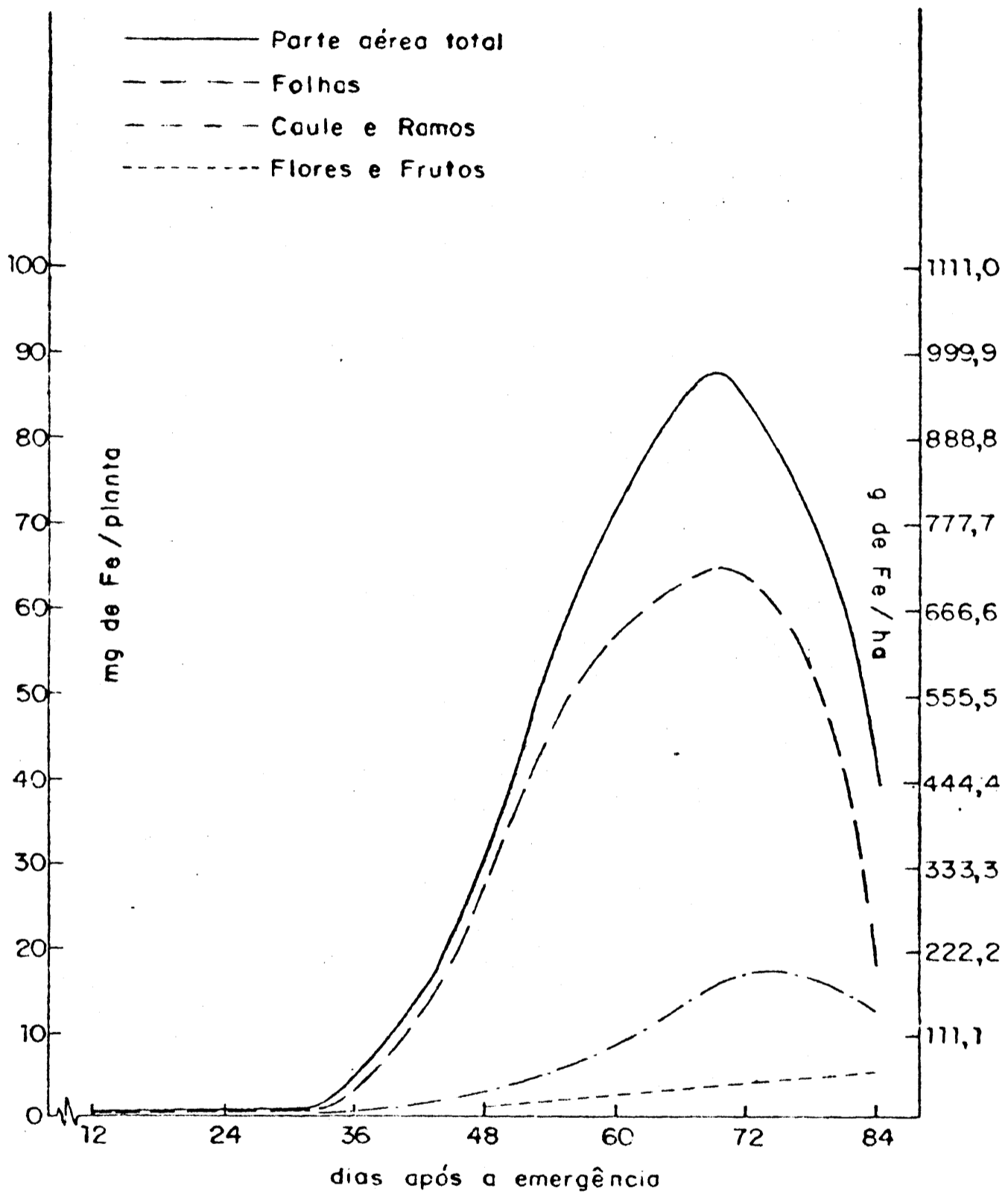


Figura 8. Acúmulo de ferro pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Em ambos órgãos verifica-se na amostragem realizada aos 84 dias, um decréscimo brusco das quantidades de ferro acumuladas, talvez devido a redução acentuada da concentração do elemento nessa época.

O acúmulo de ferro nos ramos e nas folhas dos ramos superou às quantidades acumuladas pelo caule e suas folhas, mas obedecendo equações de regressão cúbica. Nota-se pela Tabela 8, no entanto, que a variação de acumulação seguiu a curva de concentração do nutriente, diminuindo nas amostragens finais. A curva de regressão dos ramos apresentou um ponto de inflexão aos 64 dias de 8,25 mg de ferro e ponto de máxima aos 76 dias de 19,9mg. Nas folhas, o ponto de máximo acúmulo ocorreu aos 60 dias, caindo logo à taxa de absorção, com o ponto de inflexão aos 72 dias de 45,2 mg.

Constatou-se a influência da idade no acúmulo de ferro nas partes reprodutivas da planta (Tabela 8). Nas flores masculinas, o teor de ferro acumulado variou segundo uma equação quadrática, enquanto que nas flores femininas e frutos, a absorção foi crescente obedecendo a uma regressão linear, acompanhando a curva da matéria seca acumulada. Aos 84 dias, o valor acumulado estimado nestes órgãos correspondeu a 5,84 mg/planta.

A acumulação de ferro, pelo total dos órgãos aéreos, seguiu uma equação de 4º grau. Nota-se pelo exame da Tabela 8, uma tendência crescente dos valores médios acumulados, atingindo aos 60 dias, 87,28 mg/planta, sendo observada uma diminuição a partir dessa época, alcançando 39,44 mg aos 84 dias.

Zinco

As quantidades de zinco acumuladas pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade, acham-se assinaladas na Tabela 9 e ilustradas na Figura 9.

Os acúmulos de zinco no caule ajustaram-se a uma equação de regressão de 2º grau com coeficiente de deter

Tabela 9 - Acúmulos médios de zinco nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e gramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta										g/ha		
	Caula	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caula e ramos	Folhas e frutos	Total			
12	0,002a	0,009a	-	-	-	-	0,011a	0,022	0,100	-	0,122		
24	0,006a	0,031a	-	-	-	0,037a	0,067	0,344	-	0,411			
36	0,026a	0,182ab	-	-	-	0,208a	0,289	2,022	-	2,833			
48	0,118a	0,693b	0,077a	0,347a	0,030a	0,015a	1,280a	2,166	11,554	0,500	14,220		
60	0,309b	1,520c	0,507a	1,830a	0,068b	1,306b	5,540b	9,066	37,219	15,265	61,550		
72	0,693c	1,500c	1,639b	3,476b	0,050ab	1,982bc	9,340c	25,909	55,283	22,576	103,768		
84	0,727c	1,399c	1,756b	4,019b	0,040ab	2,502c	10,443c	27,586	60,194	28,242	116,022		
dms (Tukey) 5%	0,154	0,554	0,876	1,628	0,031	0,851	2,06	-	-	-	-		
C.V. (%)	24,96	31,60	41,96	32,07	31,22	27,93	23,25	-	-	-	-		

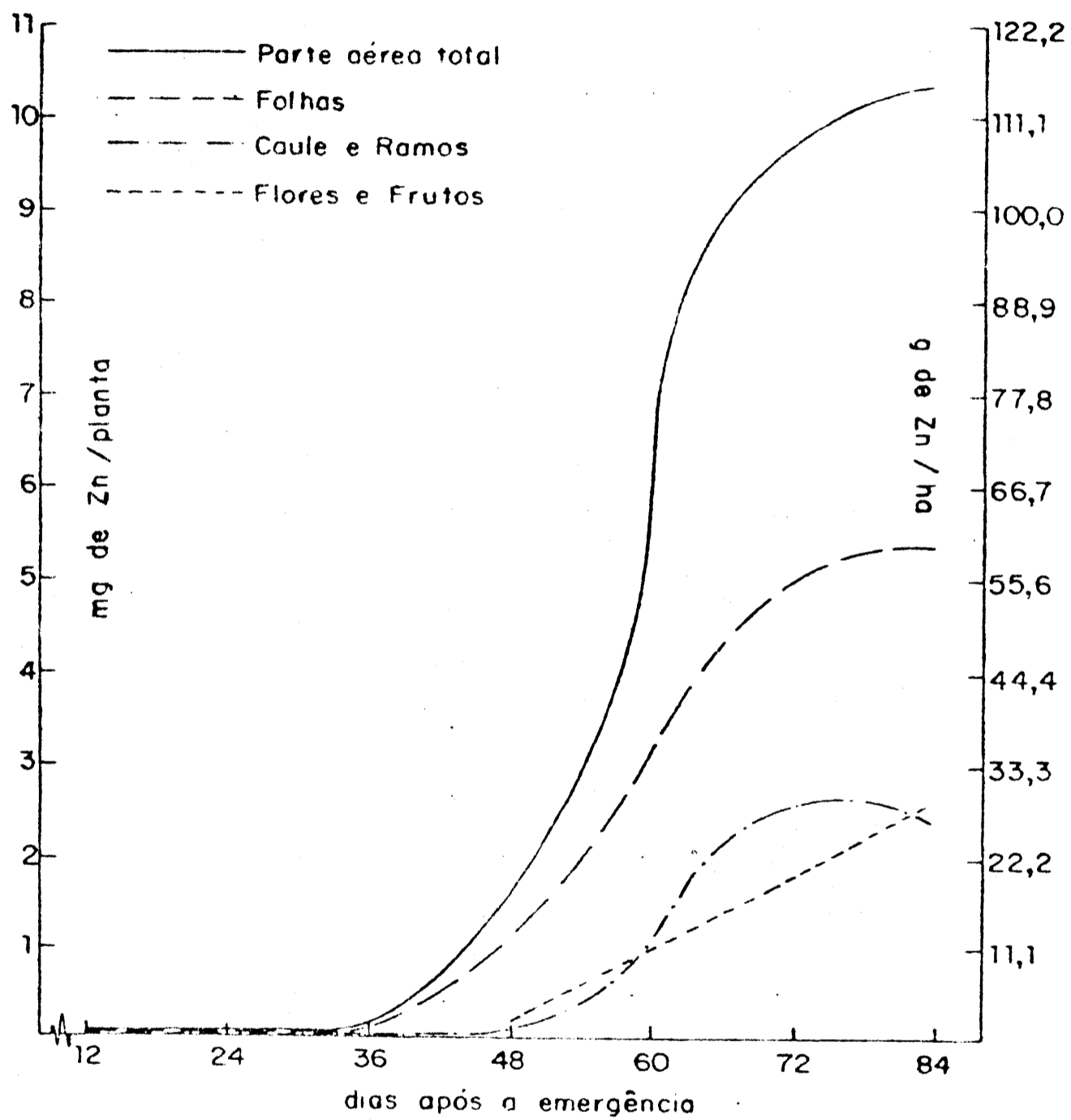


Figura 9. Acúmulo de zinco pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

minação de 94,59**. Neste órgão, as quantidades acumuladas nos primeiros estádios da planta foram mais intensas, havendo estabilidade ao final do período de crescimento da planta (Tabela 9).

Nas folhas do caule, a acumulação de zinco deu-se segundo uma regressão cúbica, com coeficiente de determinação de 97,39**, e ponto de máxima aos 73 dias com 1,6 mg por planta. Observa-se pela Tabela 9, que houve em todas as épocas, maior acúmulo do nutriente neste órgão quando comparado com o caule, apesar das concentrações terem sido bastante próximas. Isto pode ser explicado pelo maior acúmulo de matéria seca nas folhas.

Os ramos e suas folhas acumularam quantidades crescentes de zinco de forma linear, atingindo aos 84 dias, valores estimados em 1,88 mg e 4,01 mg de Zn/planta, ultrapassando largamente as quantidades acumuladas pelo caule e suas folhas.

O acúmulo de zinco, nas flores e frutos, ocorreu segundo uma equação de 2º grau nas flores masculinas. Nas flores femininas e frutos, em forma crescente, conforme uma equação linear. Houve nestes últimos órgãos um acompanhamento da curva de acumulação de matéria seca, principalmente dos frutos maduros, apesar da concentração do nutriente diminuir com o aumento de tamanho dos frutos.

O total de zinco acumulado pelos órgãos aéreos, obedeceu a uma equação cúbica, com ponto de inflexão aos 59 dias de 5,33 mg/planta, e uma quantidade estimada absorvida de 10,76 mg na amostragem realizada aos 84 dias. No campo, o teor médio acumulado pelas plantas correspondeu a 116 g/ha.

Cobre

Os acúmulos de cobre pelos órgãos aéreos da planta, em função de sua idade, acham-se expostos na Tabela 10, e na Figura 10.

Tabela 10 - Acúmulos médios de cobre nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta e gramas por hectare (11.110 plantas/ha).

Dias após a emergência	mg/planta										g/ha	
	Caula	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caula e ramos	Folhas e frutos	Total		
12	0,0003a	0,002a	-	-	-	-	0,002a	0,003	0,022	-	0,025	
24	0,0018a	0,009a	-	-	-	0,011a	0,011a	0,002	0,100	-	0,102	
36	0,0114a	0,060ab	-	-	-	0,071a	0,071a	0,127	0,667	-	0,794	
48	0,0418a	0,204b	0,021a	0,103a	0,011a	0,005a	0,386a	0,698	3,411	0,178	4,109	
60	0,0779	0,372c	0,108a	0,599b	0,026b	0,399b	1,582b	2,065	10,788	4,722	17,575	
72	0,1357b	0,451cd	0,442b	0,807b	0,016ab	0,843c	2,695c	6,418	13,976	9,543	29,937	
84	0,4496b	0,533d	0,963c	1,670c	0,017ab	0,975c	4,608d	15,694	24,475	11,021	51,190	
dms (Tukey) 5%	0,0832	0,151	0,196	0,328	0,011	0,263	0,599	-	-	-	-	
C.V. (%)	32,25	28,10	24,41	19,65	29,70	22,71	19,56	-	-	-	-	

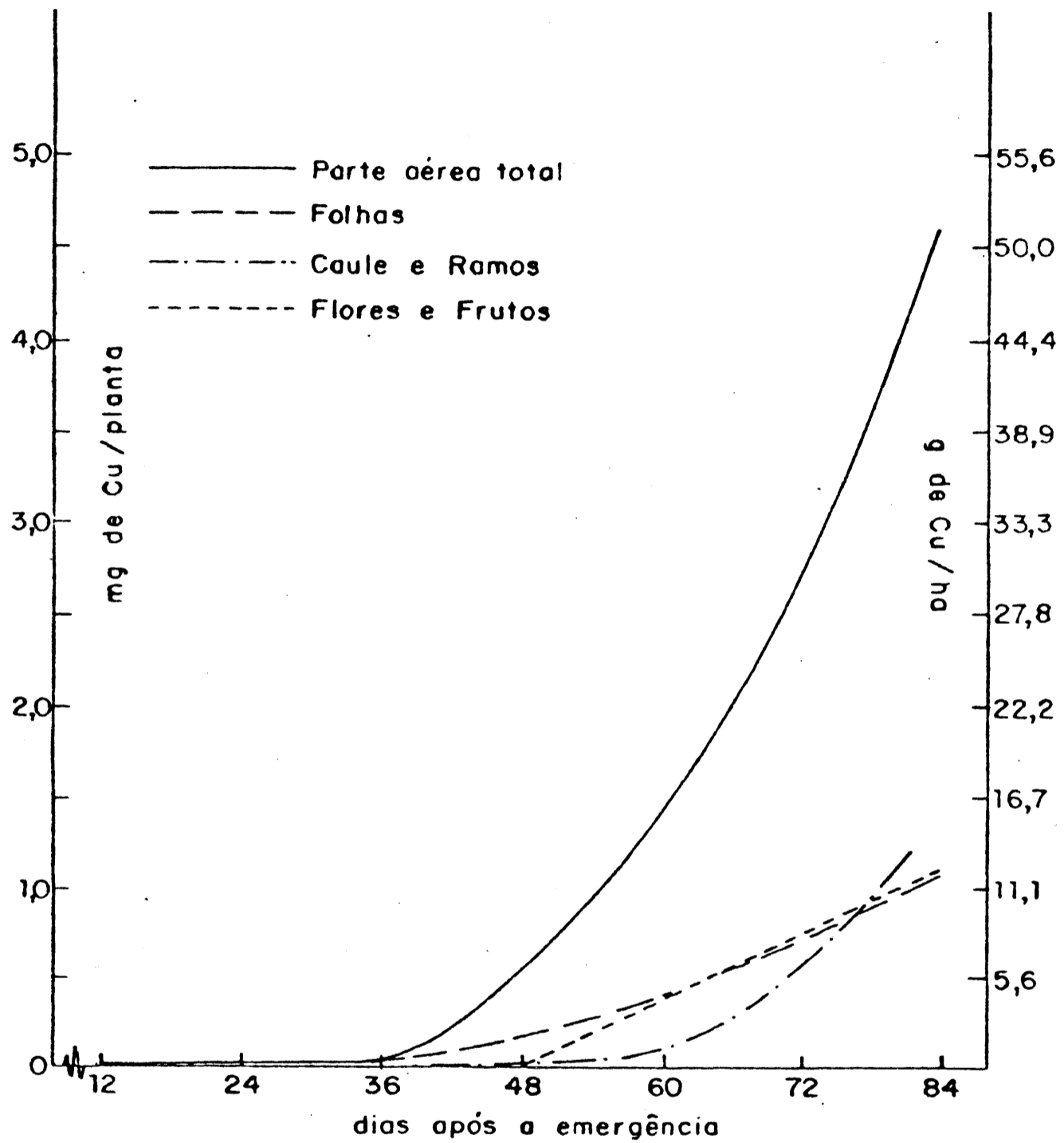


Figura 10. Acúmulo de cobre pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

A acumulação de cobre pelo caule ajustou-se que equação de regressão de 4º grau, com um coeficiente de determinação de 99,53**. Verifica-se pela Tabela 10, que não houve diferenças significativas no acúmulo do nutriente no período até os 60 dias, sendo que a partir dessa amostragem, a acumulação intensificou-se, atingindo aos 80 dias um valor estimado de 0,449 mg/planta.

Nas folhas do caule, a absorção de cobre foi crescendo durante o período de estudo, segundo uma curva linear com um alto coeficiente de determinação de 95,39**. Pela curva de regressão determinou-se a grande variação que apresentaram os teores de cobre acumulados com o desenvolvimento da planta, passando de um valor estimado de 0,002 mg aos 12 dias até um acúmulo máximo estimado de 0,531 mg aos 84 dias.

Nos ramos e nas suas folhas o acúmulo de cobre foi crescente (Tabela 10), ajustando-se a equações de regressões quadráticas, com quantidades acumuladas aos 84 dias de 0,966 mg e 1,623 mg respectivamente. Estas quantidades foram superiores às atingidas pelo caule e suas folhas, graças à maior produção de matéria seca produzida.

O acúmulo de cobre nos órgãos reprodutivos, apresentou valores muito próximos nas flores masculinas (Tabela 10), obedecendo uma equação quadrática com baixo coeficiente de determinação. Já nas flores femininas e frutos, a acumulação foi lenta ao início com quantidades estimadas de 0,45 mg, acelerou-se rapidamente segundo curva linear, em função do desenvolvimento dos frutos e atingiu aos 84 dias uma quantidade estimada de 1,06 mg de Cu/planta.

Na Figura 10, observa-se que houve uma acumulação crescente pelo total dos órgãos aéreos da planta. Este acúmulo, ajustou-se a uma equação de 2º grau, com coeficiente de determinação de 99,49**, sendo atingida aos 84 dias uma quantidade estimada de 4,53 mg/planta o qual corresponde a uma absorção teórica de 51,20 g/ha.

Manganês

As quantidades de manganês acumuladas pelas partes aéreas da planta, em função das diferentes épocas de amostragem, encontram-se na Tabela 11, e na Figura 11.

A acumulação de manganês pelo caule foi crescente, aumentando progressivamente segundo equação quadrática, com coeficiente de determinação de 91,68^{**}. Foi lenta a acumulação do nutriente nos estádios iniciais da planta, acelerando a partir dos 60 dias e atingindo aos 84 dias, quantidades estimadas de 1,24 mg.

Uma tendência similar de acumulação de manganês, foi observada nas folhas do caule, lenta ao início e aumentando rapidamente a partir dos 60 dias (Tabela 11), alcançando no campo uma acumulação média máxima aos 72 dias de 12,77 mg/planta, caindo logo aos 84 dias a um acúmulo médio de 4,75 mg/planta.

Nos ramos, as quantidades acumuladas cresceram linearmente com a idade da planta, com valores estimados aos 84 dias de 2,92 mg de manganês. Para as folhas dos ramos foi determinada uma regressão cúbica, que explica o acúmulo do nutriente, com um máximo aos 77 dias de 21,1 mg/planta.

A absorção de manganês nas flores masculinas não foi influenciada pela idade da planta. Nas flores femininas e frutos, a acumulação foi relativamente pequena, quando comparada com os outros órgãos da planta, variando segundo uma regressão linear e atingindo aos 84 dias um acúmulo estimado de 1,38 mg/planta.

O total dos órgãos aéreos, acumularam aos 72 dias uma quantidade média de 36,14 mg de Mn/planta, a qual caiu para 24,93 mg/planta na amostragem realizada aos 84 dias.

Tabela 11 - Acúmulos médios de manganês nos órgãos aéreos de plantas, em função da idade, em miligramas por planta, e gramas por hectare (11.110 plantas / ha).

Dias após a emergência	mg/planta						g/ha				
	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masculinas	Flores femininas e frutos	Total	Caulo e ramos	Folhas	Flores e frutos	Total
12	0,003a	0,027a	-	-	-	-	0,030a	0,038	0,300	-	0,333
24	0,007a	0,076a	-	-	-	-	0,083a	0,078	0,844	-	0,922
36	0,038a	0,541a	-	-	-	-	0,579a	0,422	6,011	-	6,433
48	0,125ab	1,570a	0,067a	0,575a	0,033a	0,007a	2,377ab	2,133	23,831	0,444	26,408
60	0,419b	5,477b	0,530a	4,352a	0,090b	0,586b	11,454b	10,543	109,200	7,510	127,255
72	1,116c	12,767c	1,978b	18,952b	0,071ab	1,259c	36,143d	34,374	352,398	14,776	401,548
84	1,098c	4,754b	2,967b	14,880b	0,054ab	1,176c	24,929d	45,162	218,134	13,665	276,961
dms (Tukey) 5%	0,299	3,086	1,403	9,738	0,054	0,569	9,172	-	-	-	-
C.V. (%)	32,43	37,26	48,24	36,54	41,44	35,81	36,92	-	-	-	-

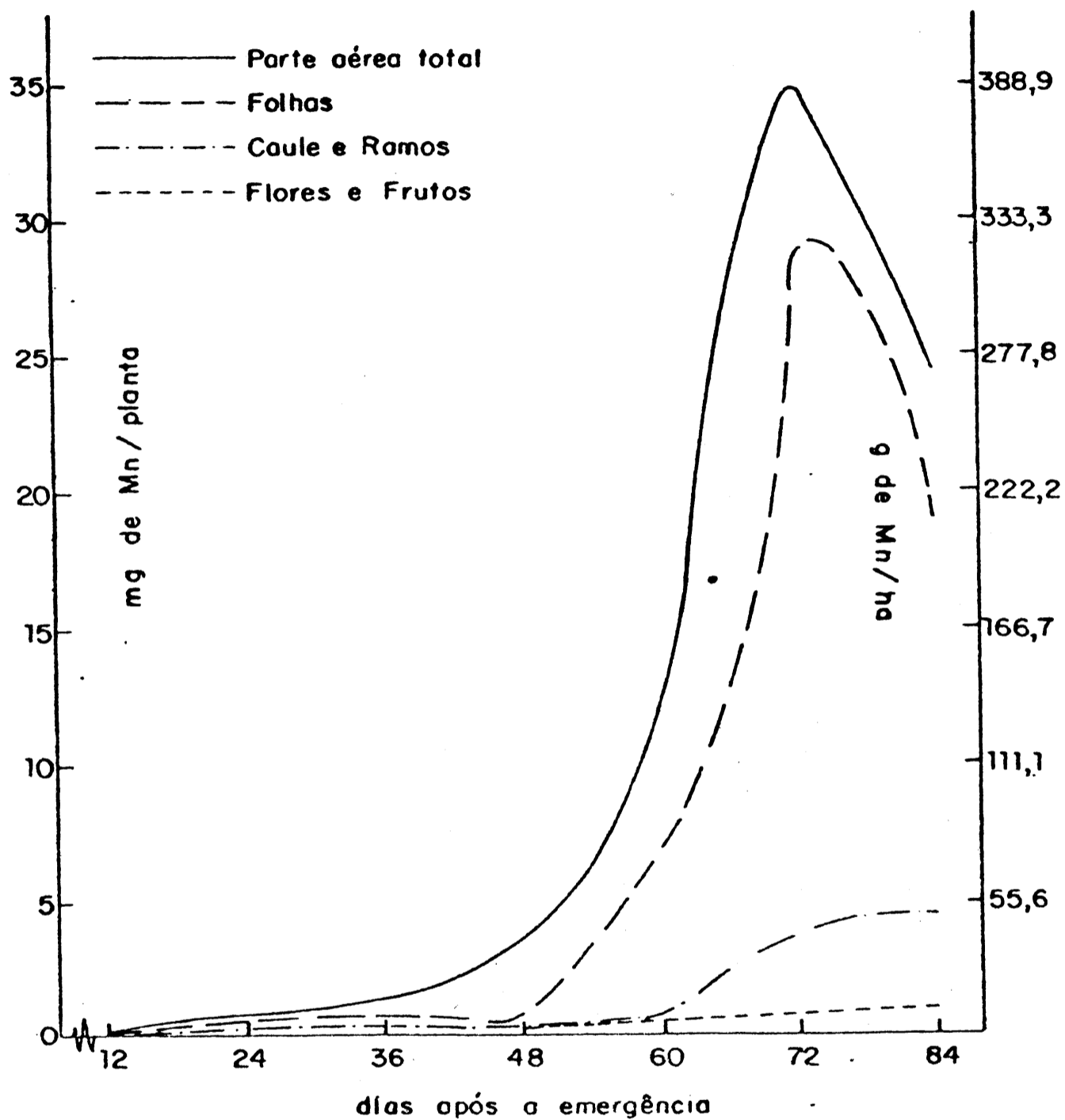


Figura 11. Acúmulo de manganês pelos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

CONCLUSÕES

A acumulação de nutrientes, acompanha, em linhas gerais, a produção da matéria seca, lenta no início e sofrendo aceleração a partir do desenvolvimento e produção contínua dos frutos.

Aos 84 dias após a emergência da planta, o acúmulo de nutrientes pela parte aérea da planta, obedece a seguinte ordem e quantidades: K-10,8 g; N-6,1 g; Ca-5,6 g; Mg-1,5 g; P-0,68 g; S-0,44 g; Fe-37,5 mg; Mn-25,0 mg; Zn-10,7 mg; B-10,3 mg; Cu-4,5 mg.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. LIV -
NUTRIENT UPTAKE OF CUCUMBER (*Cucumis sativus* L.)
VAR. AODAI UNDER FIELD CONDITIONS

A commercial cucumber plantation was set in Piracicaba (SL: 22°41'31" and LW: 47°38'01"), State of São Paulo, Brazil, in a soil classified as "Terra Roxa Estruturada (Alfissol) séries Luiz de Queiroz, in order to study the accumulation of nutrients by the plant and its parts. Plants (4 replications) with 12, 24, 36, 48, 60, 72, and 84 days old from emergence were collected and divided into stems, leaves of stems, leaves of the shoots, masculine flowers, feminine flowers, and fruits. The material was dried at 80°C and analysed for macro and micronutrients. The results indicated that at 84 days from emergence the serial plant parts have accumulated: 10.8 g-K; 6.1 g-N; 5.6 g-Ca; 1.5 g-Mg; 0.69 g-P; 0.44 g-S; 37.5 g-Fe; 25.0 g-Mn; 10.7 g-Zn; 10.3 g-B; and 4.5 g-Cu.

LITERATURA CITADA

- ANSTETT, A., 1967. Fertilisation des cultures maraichères sous terre. Bulletin Technique d'Information des Ingenieurs des Servires Agricoles 217: 119-132.
- CARPENA, O.; PÉREZ MELIÁN, G.; LUQUE, A., 1978. Variaciones en el contenido de nutrientes en hojas de pepinos (*Cucumis sativus* L.) cultivados en hidrophonia, como base para el diagnóstico por análisis foliar. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos 18(1): 110-118.
- COIC, P., 1967. Principes de la fertilisation minérale on culture sous terre. Bulletin Technique d'Information des Ingenieurs des Services Agricoles. 217: 114-118.
- GEISSLER, T., 1967. Gunkenkultur. Archiv für Gartenbau. 6: 431-66.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A., 1982. **Principles of plant nutrition**, Berne, International Potash Institute, 655 páginas.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análises químicas em plantas**, Piracicaba, ESALQ/USP, 56 p.
- WARD, G.M., 1967. Greenhouse cucumber nutrition; a growth analysis study. Plant and Soil 26(2): 324-332.
- WARD, G.M., 1976. Sulphur deficiency and toxicity symptoms in greenhouse tomatoes and cucumbers. Can. Jour. Plant. Sci. 56: 133-37.

