

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS. LIII -
CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA CULTURA DO PEPINO
(*Cucumis sativus* L.) VAR. AODAI CULTIVADA
EM CONDIÇÕES DE CAMPO*

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

RESUMO

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

-
- * 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 Naturais, Universidade do Panamá.
- *** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- **** Departamento de Agricultura e Horticultura, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- ***** Departamento de Matemática e Estatística, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

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 raízes, caule, folhas do caule, folhas dos ramos, flores masculinas, flores femininas e frutos que foram analisadas para os nutrientes.

As seguintes conclusões foram obtidas:

- a) nos órgãos aéreos, as concentrações de nutrientes são instáveis, e variam em função da idade da planta.
- b) as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e ferro diminuem com a idade da planta, as de cálcio, magnésio e boro aumentam, enquanto que as de zinco, cobre e manganês não apresentam uma tendência característica, mostrando grande variabilidade.
- c) os frutos novos acusam concentrações de nutrientes mais altas, havendo uma diminuição com o seu desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

O pepino, *Cucumis sativus* L., da família das cucurbitáceas, é constituído de uma planta anual de caule herbáceo rasteiro ou trepador, com crescimento indeterminado rápido, unisexual monóica, que produz frutos

continuamente durante alguns meses e muito sensível às condições desfavoráveis de clima e solo.

Havendo necessidade de informações básicas sobre a nutrição mineral desta hortaliça, a análise de todas as partes da planta poderá prover informações para uma adequada seleção de material na amostragem para a análise de tecido, que serão de grande valor no estabelecimento de programas de adubação.

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

O interesse em se relacionar o estado nutricional da planta de pepino cultivadas em casa-de-vegetação ou em condições de campo, com sua produtividade, tem sido manifestado em diversos países. No levantamento bibliográfico realizado, destacam-se os trabalhos de pesquisa realizados por WARD (1967), no Canadá, ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1969) na Holanda, CARPENA et alii (1978) na Espanha e ADAMS (1978) na Inglaterra.

O presente trabalho teve por objetivo determinar as concentrações de nutrientes nos órgãos da planta em função da idade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi conduzido ensaio de campo, no município de Piracicaba, SP (LS: 22°41'31" e LW: 47°38'01"), em solo Terra Roxa Estruturada, série Luiz de Queiroz, devidamente adubado.

Utilizaram-se plantas de pepino da variedade Aodai, cultivadas conforme as práticas comerciais utilizadas no Estado de São Paulo, adubadas conforme FILGUEIRA (1981), aplicando-se 50 g da formulação 5-25-10 por cova no plantio e duas aplicações de 20 g de sulfato de

amônio por cova por vez, sendo a cultura tutorada, e submetida ao controle preventivo com as práticas fitossanitárias.

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 raízes, caule, folhas do caule, ramos, folhas dos ramos, flores masculinas, flores femininas e frutos que foram analisadas para os nutrientes.

As análises químicas foram realizadas segundo os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nitrogênio

Concentração

Os resultados analíticos referentes à concentração de nitrogênio nos órgãos, em função da idade da planta, são apresentados nas Tabelas 1 e 2 e ilustrados na Figura 1.

Verifica-se que a concentração de nitrogênio nas diversas partes da planta diminuiu com a idade (Tabela 1), sendo que somente os teores deste nutriente nas flores masculinas não mostraram correlação significativa com as épocas de amostragem, como é observado na Tabela 2.

A diminuição dos teores de nitrogênio na raiz obedeceu a uma equação de regressão linear, enquanto que no caule apresentou uma regressão quadrática, com teores estimados de 3,06% aos 12 dias e 1,67% aos 84 dias. Já nas folhas, a concentração de nitrogênio diminuiu conforme uma equação cúbica, com ponto de inflexão aos 52 dias com

Tabela 1 - Concentrações médias de nitrogênio, em porcentagem de matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	2,86a	3,01a	6,21a	-	-	-	-
24	2,59ab	2,93ab	4,71b	-	-	-	-
36	2,08b	2,24cd	4,70b	-	-	-	-
48	2,57ab	2,40bc	4,72b	3,00a	6,07a	4,42a	5,87a
60	2,29ab	2,04cd	3,78bc	2,15b	4,75b	4,14a	4,50b
72	2,01b	1,84cd	3,27c	2,09b	3,75c	4,20a	3,81c
34	1,97b	1,78d	3,03c	1,98b	3,50c	4,14a	3,25c
dms (Tukey) 5%	0,66	0,59	0,95	0,40	0,98	0,59	1,09
C.V. (%)	12,36	11,11	9,59	8,37	10,53	6,78	11,99

Tabela 2 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de nitrogênio nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 2,8607 - 0,0108x$	67,14**
Caulo	$\hat{y} = 3,1875 - 0,0805x$	89,89**
Folhas do caule	$\hat{y} = 7,9367 - 0,1832x + 3,1303 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,9852 \cdot 10^{-5}x^3$	91,96*
Ramos	$\hat{y} = 9,9368 - 0,2127x + 1,4105 \cdot 10^{-2}x^2$	96,83**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = 18,8530 - 0,3737x + 2,2656 \cdot 10^{-3}x^2$	98,58*
Flores masc.	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 12,6002 - 0,1901x + 9,2888 \cdot 10^{-4}x^2$	97,86**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de nitrogênio em porcentagem da matéria seca

* - Significativo a 5%

** - Significativo a 1%

Tabela 1 - Concentrações médias de nitrogênio, em porcentagem de matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores e frutos
12	2,86a	3,01a	6,21a	-	-	-	-
24	2,59ab	2,93ab	4,71b	-	-	-	-
36	2,08b	2,24cd	4,70b	-	-	-	-
48	2,57ab	2,40bc	4,72b	3,00a	6,07a	4,42a	5,87a
60	2,29ab	2,04cd	3,78bc	2,15b	4,75b	4,14a	4,50b
72	2,01b	1,84cd	3,27c	2,09b	3,75c	4,20a	3,81c
34	1,97b	1,78d	3,03c	1,98b	3,50c	4,14a	3,25c
dms (Tukey) 5%	0,66	0,59	0,95	0,40	0,98	0,59	1,09
C.V. (%)	12,36	11,11	9,59	8,37	10,53	6,78	11,99

4,07%, coincidindo essa época com uma intensa produção de matéria seca do órgão, o qual originou a diluição do elemento nessa parte da planta.

Verifica-se pela Tabela 1, a redução em mais da metade das concentrações de nitrogênio nas folhas do caule durante o período de estudo, passando de um elevado valor estimado de 6,15% aos 12 dias para 2,87% aos 84 dias após a emergência da planta.

CARPENA *et alii* (1978) citam valores ainda maiores, havendo observado as máximas concentrações de nitrogênio aos 40 dias com porcentagens de 8,51% e 7,92% nas folhas das variedades "Sporu" e "Bit Spot", respectivamente. No entanto, MILLETTI (1969) encontrou, em todos os estádios do ciclo, valores inferiores, na ordem de 3% a 4%, que diminuíram nas plantas maduras.

BARKER & MAYNARD (1972), nos E.U.A., em plântulas da variedade "Marketmore", determinaram concentrações do nutriente de 4,38% e de 4,07%, nos tratamentos em que foram utilizados, fontes de $N-NO_3$ e de $N-NH_4$.

Nos ramos e nas folhas dos ramos, amostrados na planta só a partir dos 48 dias, as porcentagens estimadas de nitrogênio nesse estágio foram de 2,97% e 6,13%, semelhantes aos valores encontrados no caule e suas folhas, aos 12 dias, e que são apontados na Tabela 1. A concentração de nitrogênio também diminuiu, segundo equações de segundo grau, até atingir nos ramos, um teor estimado aos 84 dias de 2,01% e de 3,44% nas folhas, muito próximo daqueles estimados no caule e suas folhas na mesma época.

A concentração de nitrogênio nas flores femininas e frutos analisados conjuntamente, decresceu, conforme uma equação quadrática. Determinou-se, na amostragem realizada aos 48 dias e constituída mormente de flores e frutos tenros, um valor estimado de 5,69%, decrescendo após aos 84 dias 3,26% (Figura 1). Esta redução da concentração do nitrogênio, explica-se pela participação cada vez maior de frutos mais desenvolvidos nas últimas

amostragens, nos quais observa-se a tendência de manter constante a composição química. Resultados similares foram obtidos por WARD (1970), que após certo tamanho, os níveis de nutrientes nos frutos analisados tornam-se inferiores e permanecem constantes durante o período de desenvolvimento.

Fósforo

Concentração

Os valores da concentração de fósforo nas partes da planta, em diferentes estádios de desenvolvimento, são expostos nas Tabelas 3 e 4 e na Figura 2.

Houve um efeito significativo da época nas concentrações de fósforo nos órgãos das plantas, observando-se uma tendência de diminuição da concentração com a maturação da planta, como pode ser constatado na Figura 2.

Em nenhuma das partes vegetativas da planta, em qualquer época de amostragem, foram encontradas concentrações acima ou próximas a 1% de fósforo, resultados estes que divergem dos apresentados por WARD (1967a) e por CARPENA et alii (1978) e são semelhantes aos apresentados por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1969), cujos teores variaram de 0,35% a 0,74% de fósforo.

O teor de fósforo nas raízes diminuiu segundo uma equação de 4º grau, com concentrações estimadas que variaram de 0,59% aos 12 dias, para 0,23% aos 84 dias.

As concentrações de fósforo no caule e nas folhas do caule, ajustaram-se a equações de regressão quadrática. O caule apresentou um ponto de máxima concentração aos 31 dias com 0,52%. As folhas não apresentaram diferenças mínimas significativas nas concentrações acusadas nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, decrescendo os teores em mais de um terço nos estádios finais (Tabela 3). Nesta parte da planta, os teores variaram de 0,55% a 0,19% dos 12 aos 84 dias.

Tabela 3 - Concentrações médias de fósforo, em porcentagem da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos Ramos	Flores masc.	Flores e frutos
12	0,59a	0,51ab	0,59ab	-	-	-	-
24	0,36c	0,43bc	0,51ab	-	-	-	-
36	0,40bc	0,53a	0,59ab	-	-	-	-
48	0,52ab	0,56a	0,47b	0,64a	0,69a	0,86a	0,96a
60	0,40bc	0,39c	0,33c	0,51ab	0,41b	0,81ab	0,77b
72	0,32cd	0,26d	0,32cd	0,41b	0,39b	0,76ab	0,60c
84	0,23d	0,18d	0,19d	0,23c	0,23c	0,62b	0,60c
dms (Tukey) 5%	0,12	0,09	0,13	0,15	0,09	0,22	0,11
C.V. (%)	13,41	10,04	13,31	16,12	10,42	13,86	7,18

Tabela 4 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de fósforo nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 1,5394 - 0,1241x + 0,0045x^2 - 6,2872 \cdot 10^{-5}x^3 + 3,000 \cdot 10^{-7}x^4$	93,28**
Caulo	$\hat{y} = 0,3967 + 8,0158 \cdot 10^{-3}x - 1,2938 \cdot 10^{-4}x^2$	86,16**
Folhas do caule	$\hat{y} = 0,6000 - 3,8690 \cdot 10^{-4}x - 5,3323 \cdot 10^{-5}x^2$	91,17*
Ramos	$\hat{y} = 1,1799 - 0,1110x$	98,73**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = 2,0136 - 0,0374x + 1,9531 \cdot 10^{-4}x^2$	92,38*
Flores masculinas	$\hat{y} = 1,1915 - 6,4999 \cdot 10^{-3}x$	92,92**
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 2,9486 - 0,0583x + 3,6024 \cdot 10^{-4}x^2$	98,93**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de fósforo em porcentagem da matéria seca.

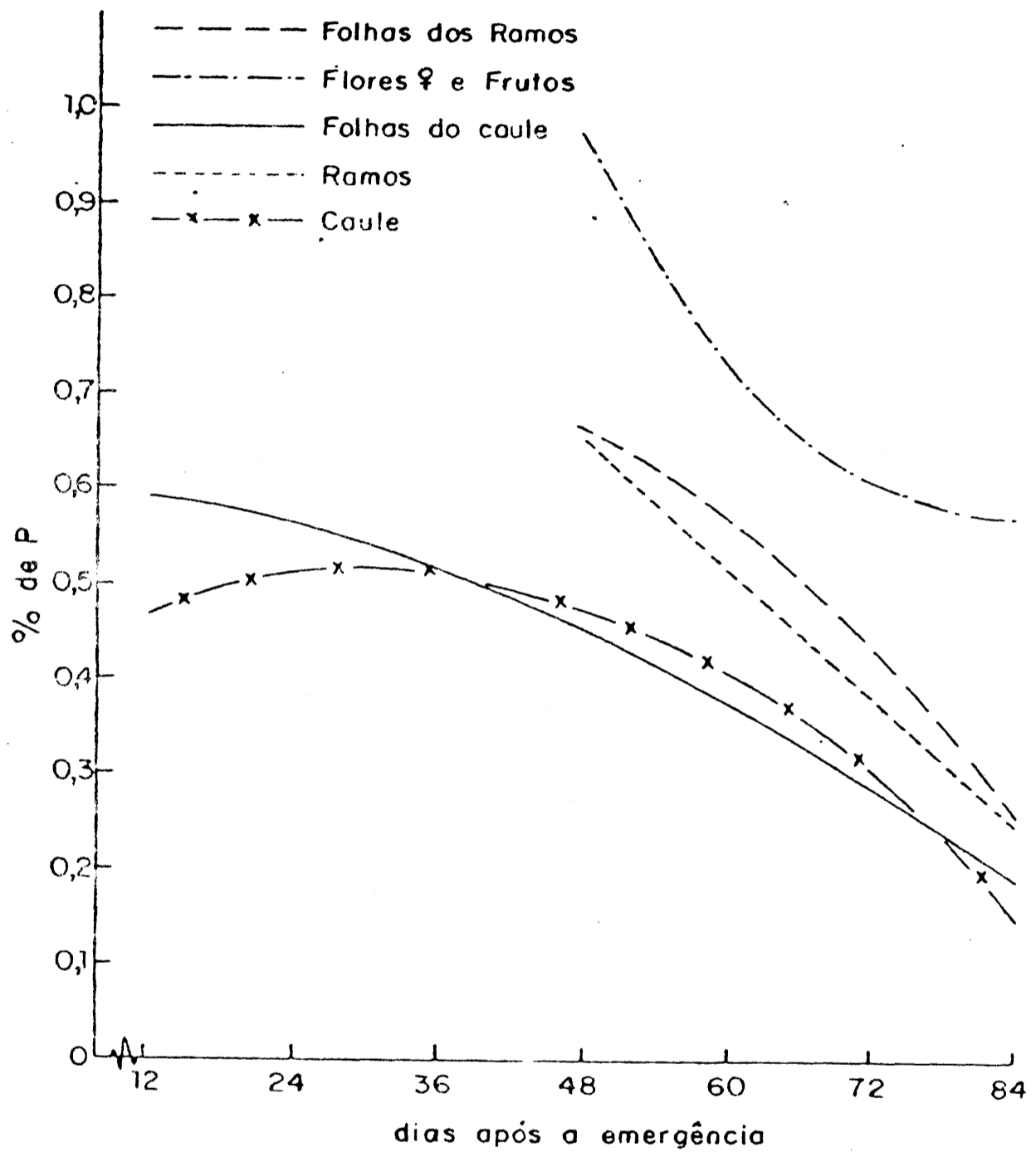


Figura 2. Concentração de fósforo (%) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Estes valores concordam com os obtidos por FLEMING (1961), que citou concentrações de 0,36% a 0,45% de fósforo nas folhas de plantas de 40 dias de idade com elevada produção de frutos.

O decréscimo na concentração de fósforo nesses órgãos, poderia ser explicada pelo efeito de diluição do nutriente e pela rápida produção de matéria seca, além de coincidir com o período de frutificação da planta. O mesmo fenômeno foi observado por CARPENA *et alii* (1978), que detectaram nas folhas elevados teores nos estádios iniciais e posteriormente observaram uma diminuição.

Nos ramos e nas flores masculinas, a diminuição da concentração porcentual de fósforo obedeceu a uma tendência linear, sendo que no caso das flores masculinas não houve diferença mínima significativa nas três últimas épocas de amostragem (Tabela 3). Nas folhas dos ramos, a concentração obedeceu a uma equação quadrática acusando na amostragem aos 48 dias um teor estimado do nutriente de 0,67% e de 0,24% aos 84, sendo a diminuição do fósforo similar à observada nas folhas dos caules.

A análise conjunta das flores femininas e dos frutos apresentou concentrações de fósforo que decresceram com a idade da planta, obedecendo uma equação quadrática. A redução deu-se de 0,98% ao 48 dias até 0,59% aos 84 dias, explicada pela diluição da concentração do nutriente, em virtude da participação cada vez maior de frutos mais desenvolvidos nas amostragens.

Potássio

Concentração

Os resultados obtidos sobre a concentração de potássio nos órgãos da planta, em função da época de amostragem, acham-se expostas nas Tabelas 5 e 6 e na Figura 3.

Verifica-se pela Tabela 5 e Figura 3, que os níveis de potássio nas partes das plantas não manifestaram

Tabela 5 - Concentrações médias de potássio, em porcentagem da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	5,85a	10,53a	4,55a	-	-	-	-
24	5,39ab	9,21a	3,60b	-	-	-	-
36	4,78bc	9,52a	4,04ab	-	-	-	-
48	4,24cd	5,70cd	3,39b	6,89ab	3,89a	3,95a	6,50a
60	3,98d	6,21ab	3,96ab	7,46a	4,55a	5,35b	6,60a
72	3,94d	4,67d	4,13ab	5,66b	4,73a	4,85b	5,84ab
84	4,72bc	5,85cd	4,31ab	7,00ab	4,24a	5,50b	5,24b
dms (Tukey) 5%	0,72	1,34	0,92	1,74	1,17	0,72	1,00
C.V. (%)	6,71	7,95	9,98	12,25	12,87	7,12	7,91

Tabela 6 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes à concentração de potássio nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R^2
Raízes	$\hat{Y} = 5,9607 - 0,0098x - 0,0018x^2 + 1,8165 \cdot 10^{-5}x^3$	92,89**
Caulo	$\hat{Y} = 9,6667 + 0,1228x - 6,2433 \cdot 10^{-3}x^2 + 5,0435 \cdot 10^{-5}x^3$	87,97**
Folhas do caule	$\hat{Y} = 6,3382 - 0,1914x + 4,1748 \cdot 10^{-3}x^2 - 2,6684 \cdot 10^{-5}x^3$	53,23**
Ramos	Não significativa pelo teste "F"	-
Folha dos ramos	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores masculinas	$\hat{Y} = -1,7938 + 0,1694x - 1,0026 \cdot 10^{-3}x^2$	88,13**
Flores fem. e frutos	$\hat{Y} = 8,5122 - 0,0375x$	90,78**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{Y} - Representa a estimativa da concentração de potássio em porcentagem da matéria seca.

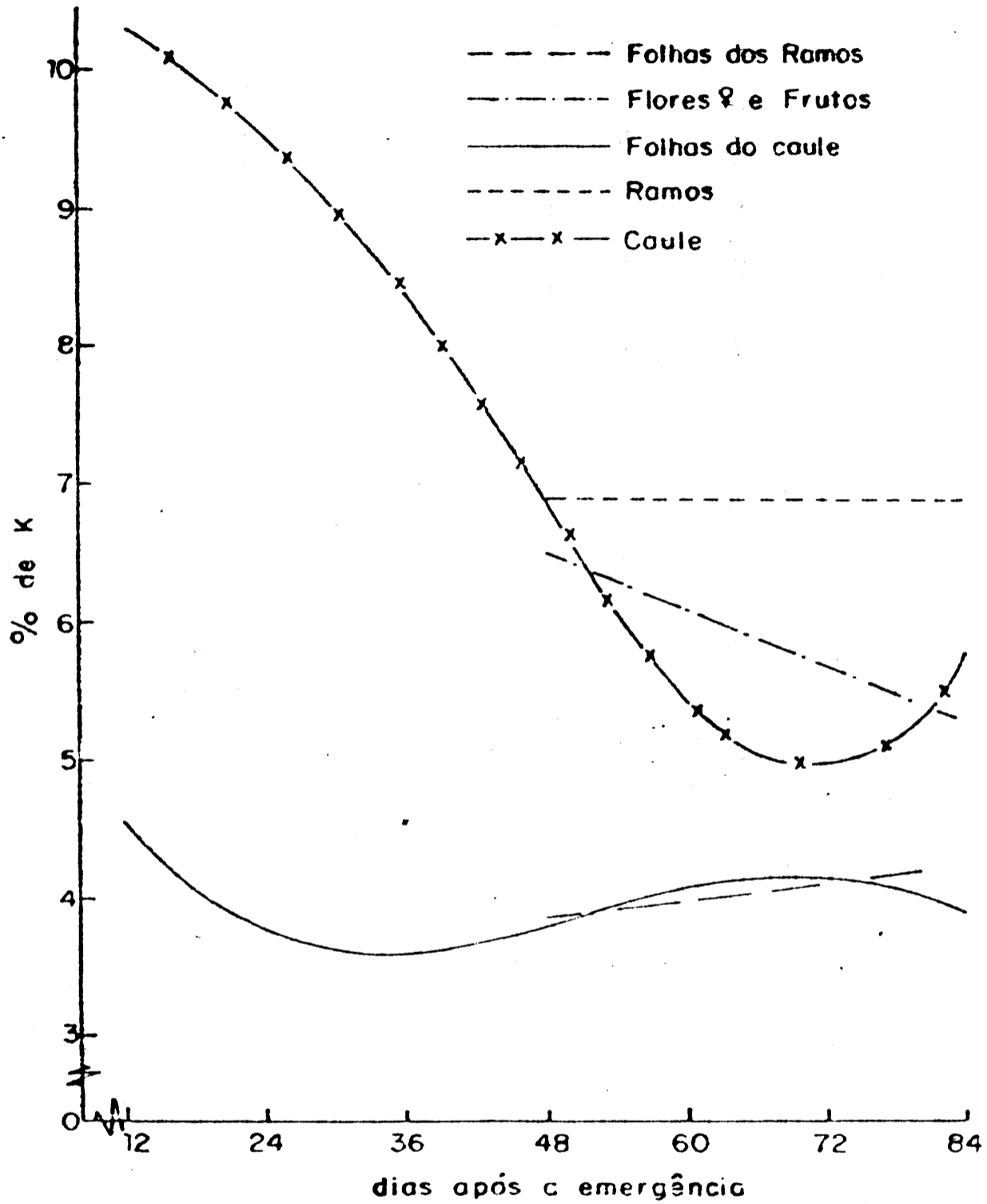


Figura 3. Concentração de potássio (%) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

grande variabilidade nas diferentes idades da planta, mantendo-se relativamente constantes, exceto no caule onde o teor diminuiu quase à metade entre o período inicial e o final de amostragem.

Os teores de potássio nas raízes, ajustaram-se a uma equação de regressão de terceiro grau, com ponto de inflexão aos 33 dias com 4,94% de K e com ponto de mínima aos 64 dias com 3,89% do nutriente.

No caule, as concentrações de potássio determinadas diminuíram em função da idade da planta, ajustando-se a uma equação de regressão cúbica, com ponto de inflexão aos 41 dias e teor de 7,65%, acusando um ponto de concentração mínima aos 71 dias com 4,96%. Este foi o órgão da planta, que apresentou maiores diferenças na concentração de potássio durante o período estudado (Tabela 5).

Também foi observado na planta, uma variação da concentração de potássio nas folhas do caule, obedecendo uma equação de regressão cúbica, porém, com um baixo coeficiente de determinação de 53,23* (Tabela 6), muito menor que os encontrados para o caule e a raiz, significando que aproximadamente apenas 50% da variação do teor de potássio na folha é explicada pela variação da idade, devendo existir outros fatores afetando-a.

De acordo com a equação de regressão determinada, a mínima concentração de potássio nas folhas correspondeu a 3,60% aos 34 dias e a máxima a 4,23% aos 70 dias, sendo o ponto de inflexão aos 52 dias com 3,92%.

Os teores médios de potássio nos ramos e nas folhas dos ramos não variaram durante o período estudado, como se observa nas tabelas 5 e 6, não havendo, portanto, influência da idade destes órgãos na concentração do nutriente. Estes resultados concordam plenamente com os de WARD (1967), que citou que a concentração de potássio nos órgãos da planta foi relativamente uniforme quando fornecido em quantidades adequadas.

Nas flores masculinas, a concentração de potássio, obedeceu segundo uma equação quadrática, não se apresentando diferenças mínimas significativas nos três últimos períodos de amostragem, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

Nas flores femininas e nos frutos, a porcentagem de potássio diminui com a idade da planta, ajustando-se a uma equação linear. Tal como a redução de concentração de nitrogênio e de fósforo nestes órgãos, também o teor de potássio decresceu em virtude da diluição da concentração deste nutriente, devido à participação cada vez maior de frutos maiores nas amostragens. Os teores encontrados deste nutriente sempre foram elevados, com concentrações estimadas de 6,54% na amostragem realizada aos 48 dias e 5,28% aos 84 dias, quando a participação dos frutos maduros era predominante.

Cálcio

Concentração

Os valores da concentração de cálcio nas partes da planta, em função de sua idade, são apresentadas nas Tabelas 7 e 8 e ilustradas na Figura 4.

Pela Tabela 7, verifica-se que os teores de cálcio nos órgãos da planta, mostraram tendência a aumentar com a idade, enquanto que as concentrações do nitrogênio, fósforo e potássio diminuíram com a idade da planta.

Nas raízes, o teor de cálcio decresceu nas primeiras amostragens, para tornar a aumentar nos estádios finais, obedecendo a uma equação de 3º grau, com ponto de inflexão aos 62 dias com uma concentração de 0,21%.

Verifica-se através da Tabela 7 e da Figura 4, que o teor de cálcio no caule variou conforme uma regressão quadrática, apresentando um mínimo aos 47 dias com 0,68%, e que nas folhas do caule a concentração tendeu a aumentar linearmente com a idade da planta, porém, apresentan

Tabela 7 - Concentrações médias de cálcio, em porcentagem da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta							
	Raízes	Caulé	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem.	e frutos
12	1,18a	1,76a	2,47a	-	-	-	-	-
24	0,60b	1,16b	2,97a	-	-	-	-	-
36	0,47bc	0,75cd	3,71ab	-	-	-	-	-
48	0,25c	0,58d	4,66bc	0,38a	2,23a	1,43a	1,04a	
60	0,53b	1,00bc	3,39ab	0,86b	2,62a	0,70b	1,00a	
72	0,65b	1,24b	5,86c	1,24c	4,84b	0,96b	0,60b	
84	0,66b	1,79a	4,54bc	1,48c	5,10b	1,46a	0,59b	
dms (Tukey) 5%	0,25	0,25	1,46	0,33	0,75	0,48	0,25	
C.V. (%)	17,25	9,37	11,17	15,85	9,65	20,48	14,76	

Tabela 8 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de cálcio nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 2,1989 - 0,1054x + 1,8865 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,0087 \cdot 10^{-5}x^3$	94,72*
Caulo	$\hat{y} = 2,5585 - 0,0794x + 8,4718 \cdot 10^{-4}x^2$	96,57**
Folhas do caule	$\hat{y} = 2,2821 + 0,0345x$	58,40**
Ramos	$\hat{y} = -0,9942 + 0,0299x$	97,56**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = -2,2047 + 0,0895x$	89,47**
Flores masculinas	$\hat{y} = 10,3248 - 0,2936x + 2,2439 \cdot 10^{-3}x^2$	96,47**
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 1,7750 - 0,0147x$	84,18**

x - Representa o número de dias após o plantio no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de cálcio em porcentagem da matéria seca.

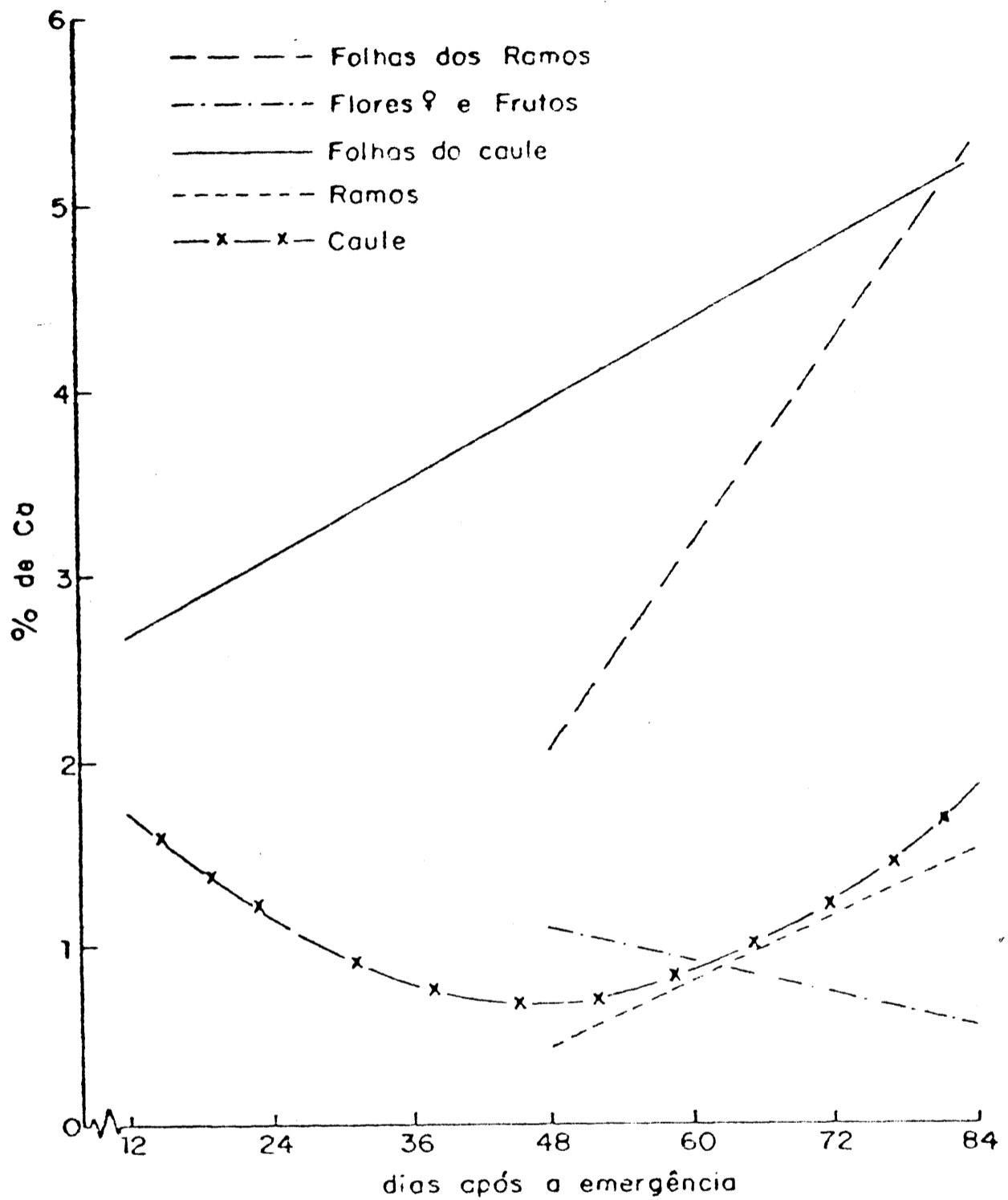


Figura 4. Concentração de cálcio (%) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

do um baixo coeficiente de determinação de 58,40**. Foram estimados neste órgão porcentagens de cálcio que variaram de 2,69% a 5,18% dos 12 aos 84 dias.

Os dados concordam, de certa forma, com os obtidos por CARPENA et alii (1978), que determinaram concentrações de cálcio em nível estável nos primeiros estádios da planta, e valores mais elevados a partir dos 60 dias. Porém, divergem, com os relatados por WARD (1967a) e por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1969), que encontraram nas folhas sadias, teores de cálcio até de 13%. SINGH & CHOUDHURY (1971) verificaram, no entanto, valores semelhantes aos do presente trabalho com 5,47% nas folhas de plantas que apresentaram produções de frutos de até 5,47 kg/planta.

As concentrações de cálcio nos ramos e folhas dos ramos aumentaram linearmente com o crescimento da planta, atingindo nos estádios na madurez, valores estimados de 1,52% e de 5,31%, respectivamente, muito próximos dos encontrados no caule e suas folhas, tal como se observa na Figura 4.

Nos órgãos reprodutores, as concentrações de cálcio nas flores masculinas, ajustaram-se a uma equação de segundo grau, enquanto que, nas flores femininas e frutos, houve um decréscimo próximo a metade do valor inicial, segundo equação linear, reduzindo-se de um teor estimado de 1,07% aos 48 dias, para 0,54% na amostragem feita aos 84 dias.

Magnésio

Concentração

As concentrações de magnésio nas partes das plantas obtidas em função da idade, acham-se nas Tabelas 9 e 10 e são ilustradas na Figura 5.

Vê-se, pela Figura 5, que houve efeito da época na concentração de magnésio, exceto nas flores masculinas que não apresentaram variações.

Tabela 9 - Concentrações médias de magnésio, em porcentagem de matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	0,38a	0,54a	0,63a	-	-	-	-
24	0,32b	0,40b	0,72a	-	-	-	-
36	0,23c	0,34b	0,76ab	-	-	-	-
48	0,32b	0,43b	0,75ab	0,41a	0,71a	0,55a	0,59a
60	0,22c	0,40b	0,77a	0,42a	0,70a	0,54a	0,42a
72	0,22c	0,57a	0,95b	0,57b	0,93b	0,57a	0,42b
84	0,23c	0,57a	9,95b	0,61b	0,90b	0,60a	0,40b
dms (Tukey) 5%	0,06	0,09	0,20	0,08	0,17	0,15	0,05
C.V. (%)	9,02	8,65	11,00	7,89	10,01	12,47	5,28

Tabela 10 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de manganês nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 0,4267 - 5,2256 \cdot 10^{-3}x - 3,4515 \cdot 10^{-5}x^2$	70,12**
Caule	$\hat{y} = 0,8142 - 0,0294x + 5,768 \cdot 10^{-4}x^2 - 3,0944 \cdot 10^{-6}x^3$	86,61**
Folhas do caule	$\hat{y} = 0,5885 + 4,1592 \cdot 10^{-3}x$	85,69**
Ramos	$\hat{y} = 0,0982 + 6,1249 \cdot 10^{-3}x$	90,60**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = 0,3720 + 6,6458 \cdot 10^{-3}x$	72,18**
Flores masculinas	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 1,8180 - 0,0379x + 2,5173 \cdot 10^{-4}x^2$	93,53**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de magnésio em porcentagem de matéria seca.

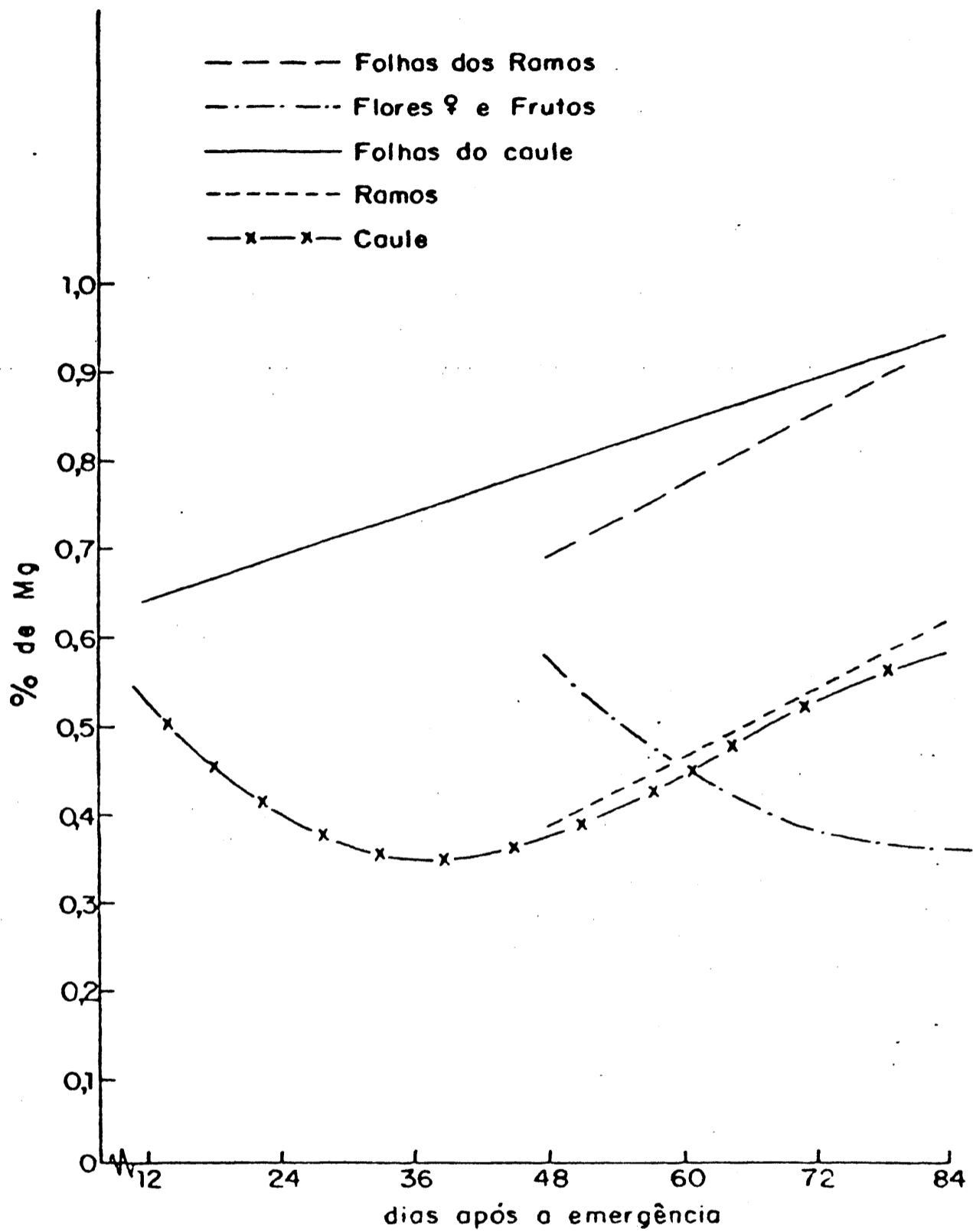


Figura 5. Concentração de magnésio (%) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Nas raízes, a porcentagem de magnésio mostrou uma tendência a diminuir com a idade da planta (Tabela 9), segundo uma equação de regressão quadrática, com ponto mínimo aos 76 dias com 0,22%.

Os valores das concentrações de magnésio no caule, ajustaram-se a uma equação de regressão cúbica, com ponto de inflexão aos 62 dias com 0,47%, sendo que o teor mínimo foi estimado aos 36 dias com 0,36% e o máximo aos 88 dias com 0,58% do elemento.

Nos demais órgãos vegetativos da planta, observa-se pela Tabela 9, a tendência a aumentar as concentrações do nutriente, com o aumento da idade (Figura 5). Verifica-se pela Tabela 10, que equações de regressão de 1º grau, ajustaram-se ao acréscimo linear de magnésio nas folhas do caule, ramos e folhas dos ramos. Todavia, as concentrações médias de magnésio nas folhas do caule, não diferiram estatisticamente entre si até os 60 dias, no entanto houve um aumento do teor estimado de 0,63% aos 12 dias para 0,84% aos 60 dias, e que atingiu 0,94% na última amostragem, equivalendo-se nesta época com o teor determinado nas folhas dos ramos. Já nos ramos, os teores estimados aumentaram de 0,39% a 0,61%, nas amostragens inicial e final do experimento, atingindo concentrações semelhantes às do caule nesta última amostragem.

Os resultados apresentados estão bastante próximos dos obtidos por CARPENA *et alii* (1978), que observaram valores muito estáveis de magnésio nas folhas da variedade "Sporu", oscilando de 0,79% a 0,82% num intervalo de oitenta dias da cultura. Para MILLETTI (1969) e ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1969), os valores normais vão de 0,60% a 1,30%, enquanto que CAROLLUS (1934) determinou valores menores de 0,45% nas folhas novas e 0,75% nas mais velhas. WARD (1967a) apresenta, no entanto, teores mais elevados, correspondentes a 1,42% nas folhas de plantas na maturidade.

Com referência aos órgãos reprodutivos, não se observou correlação significativa entre o teor de magnésio nas flores masculinas e a idade da planta. Nas flores

femininas e frutos, analisados conjuntamente, o teor do nutriente decresceu gradativamente com o desenvolvimento dos frutos, obedecendo uma equação quadrática (Tabela 10), da mesma maneira que os teores de nitrogênio e fósforo, observando-se o efeito de diluição do nutriente pela presença cada vez maior de frutos de maior tamanho nas amostragens finais.

Enxofre

Concentração

Os dados analíticos referentes às concentrações de enxofre nas partes da planta, em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se nas Tabelas 11 e 12 e na Figura 6.

Observa-se que a concentração de enxofre nos diferentes órgãos da planta foi afetada pela idade, verificando-se pela Tabela 11, que na maioria das partes, os teores médios não apresentaram diferenças mínimas significativas, nos períodos iniciais de desenvolvimento.

Os teores de enxofre nas raízes apresentaram variações que se ajustaram a uma equação de regressão cúbica com ponto de máxima aos 14 dias com 0,25%, ponto de inflexão aos 34 dias com 0,21% e ponto de mínima aos 53 dias com 0,19%.

No caule, os valores médios de enxofre apresentaram tendência a diminuir com a idade. Os dados ajustaram-se a uma equação de regressão cúbica, com ponto de inflexão aos 43 dias com 0,19% do nutriente.

Nas folhas do caule, as concentrações de enxofre somente apresentaram variações significativas depois da 4ª amostragem realizada aos 48 dias (Tabela 11), sendo definidas por uma equação cúbica com ponto de inflexão aos 45 dias com 0,23% e valores de mínima e de máxima de 0,15% e de 0,32% aos 25 e 66 dias respectivamente.

Tabela 11 - Concentrações médias de enxofre, em porcentagem da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	0,25a	0,23a	0,20a	-	-	-	-
24	0,22a	0,23a	0,19a	-	-	-	-
36	0,21a	0,21a	0,21a	-	-	-	-
48	0,21a	0,18ab	0,17a	0,18a	0,20a	0,26ab	0,32a
60	0,19a	0,19b	0,31b	0,20a	0,34a	0,31a	0,29a
72	0,22a	0,16b	0,38b	0,19a	0,35c	0,24bc	0,24b
84	0,35b	0,11c	0,16a	0,16a	0,27b	0,19c	0,22b

Tabela 12 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de enxofre nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 0,2171 + 4,536 \cdot 10^{-3}x - 1,9779 \cdot 10^{-4}x^2 + 1,9290 \cdot 10^{-6}x^3$	91,75**
Caule	$\hat{y} = 0,2835 - 4,9735 \cdot 10^{-3}x + 1,0292 \cdot 10^{-4}x^2 - 8,0375 \cdot 10^{-7}x^3$	83,97*
Folhas do caule	$\hat{y} = 0,4285 - 0,0250x + 6,8369 \cdot 10^{-4}x^2 - 4,9832 \cdot 10^{-6}x^3$	61,88**
Ramos	Não significativa pelo teste "F"	-
Folhas dos ramos	$\hat{y} = -1,4234 - 0,0522x - 3,8194 \cdot 10^{-4}x^2$	99,44**
Flores masculinas	$\hat{y} = 0,2915 + 0,0195x - 1,6493 \cdot 10^{-4}x^2$	88,53**
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 0,4565 - 2,8541 \cdot 10^{-3}x$	98,09**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de enxofre em porcentagem da matéria seca.

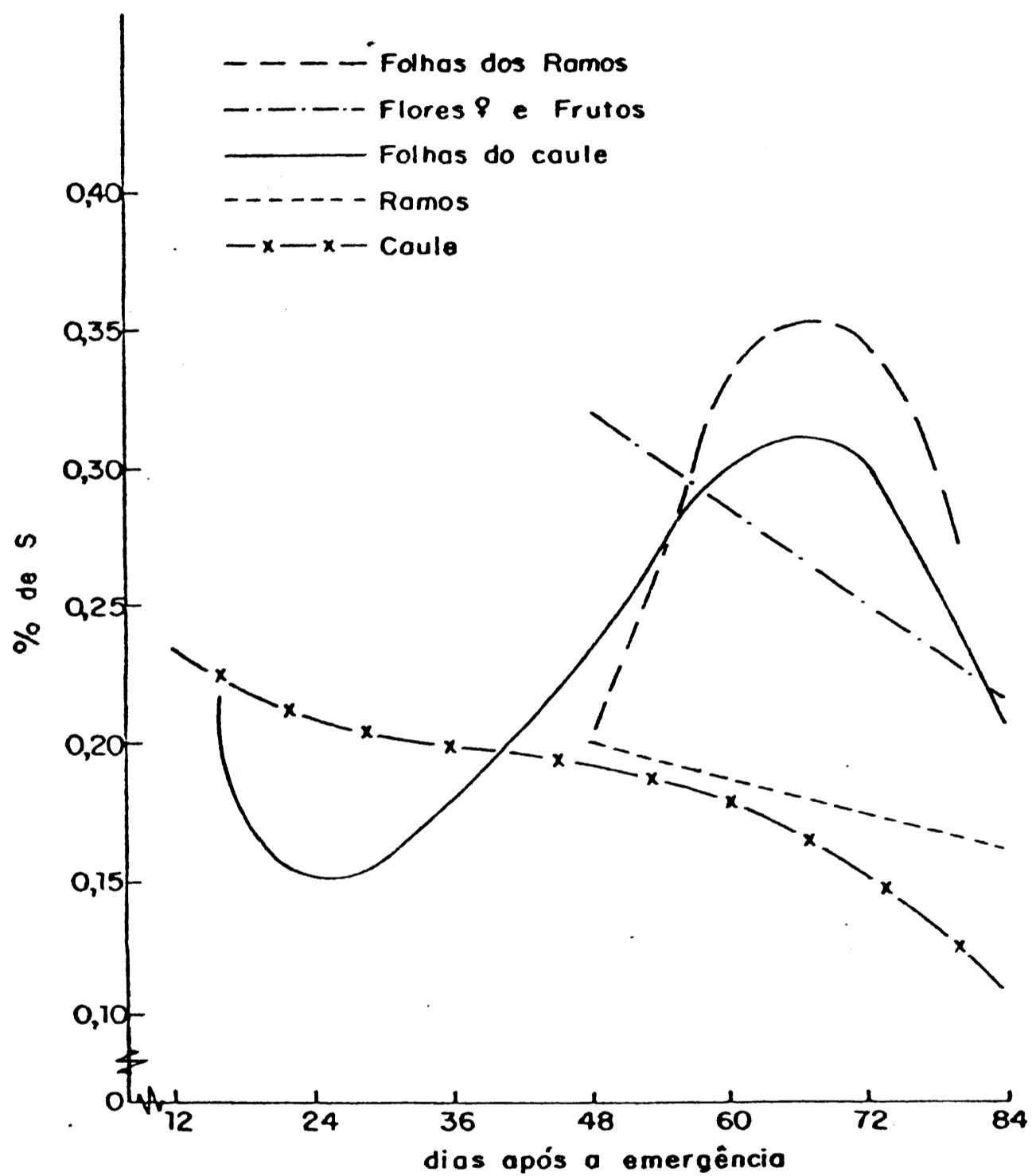


Figura 6. Concentração de enxofre (%) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Vale salientar que o aumento da concentração de enxofre nas folhas se identificou aos 45 dias, correspondente à época da primeira aplicação de sulfato de amônio ($S\% = 24,2\%$), da mesma maneira que o teor máximo de concentração foi atingido na época da segunda aplicação deste fertilizante.

Os teores de enxofre nos ramos não diferiram significativamente com a idade da planta, apresentando concentrações médias de 0,18% nas épocas de amostragens (Tabela 11), sendo que, nas folhas dos ramos a concentração do nutriente aumentou gradativamente conforme uma equação quadrática com elevado coeficiente de determinação, 98,76** (Tabela 12), atingindo um valor máximo estimado, aos 68 dias com 0,36%, muito próximo daqueles apresentados pelas folhas do caule nas últimas amostragens.

Na literatura, dados apresentados por WARD (1976) conflitam com os presentes, sendo citados pelo pesquisador teores de enxofre de 0,98% nas folhas velhas, 0,13% nas novas e 0,24% no caule, em plantas com 77 dias de idade.

Nos órgãos reprodutivos, o teor de enxofre decresceu segundo uma equação de segundo grau nas flores masculinas, e diminuiu linearmente nas flores femininas e frutos, em função do desenvolvimento dos frutos. Aos 84 dias, a concentração estimada nestes órgãos correspondeu a 0,22%.

Boro

Concentração

As concentrações de boro nas partes da planta, em função das amostragens realizadas em diferentes estádios de desenvolvimento, encontram-se nas Tabelas 13 e 14 com ilustrações na Figura 7.

Tabela 13 - Concentrações médias de boro, em partes por milhão da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	86,0ab	41,2ab	35,7a	-	-	-	-
24	88,2a	49,0cb	46,0ab	-	-	-	-
36	78,2ab	41,0ab	47,5ab	-	-	-	-
48	67,7ab	30,0a	53,7abc	44,5a	63,5a	91,5a	60,2a
60	65,2ab	56,2ab	63,0bc	63,2a	69,5a	92,2a	44,0b
72	73,7ab	60,0d	50,0bc	36,7a	57,7a	78,0ab	41,0b
84	56,5b	63,5d	83,7c	46,5a	60,0a	62,2b	26,0c
dms (Tukey) 5%	30,0	17,9	21,3	26,3	15,4	23,5	11,0
C.V. (%)	17,72	15,94	17,16	29,30	11,69	30,87	14,44

Tabela 14 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes à concentração de boro nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R^2
Raízes	$\hat{y} = 92,3214 - 0,3884x$	77,35**
Caulo	$\hat{y} = 49,1785 - 0,5327x + 8,8046 \cdot 10^{-3}x^2$	60,43**
Folhas do caule	$\hat{y} = 32,7857 + 0,4427x$	91,45**
Ramos	Não significativa pelo teste "F"	-
Folhas dos ramos	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores masculinas	$\hat{y} = 137,1000 - 0,8500x$	87,08**
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 100,9750 - 0,8813x$	94,54**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de boro em ppm da matéria seca.

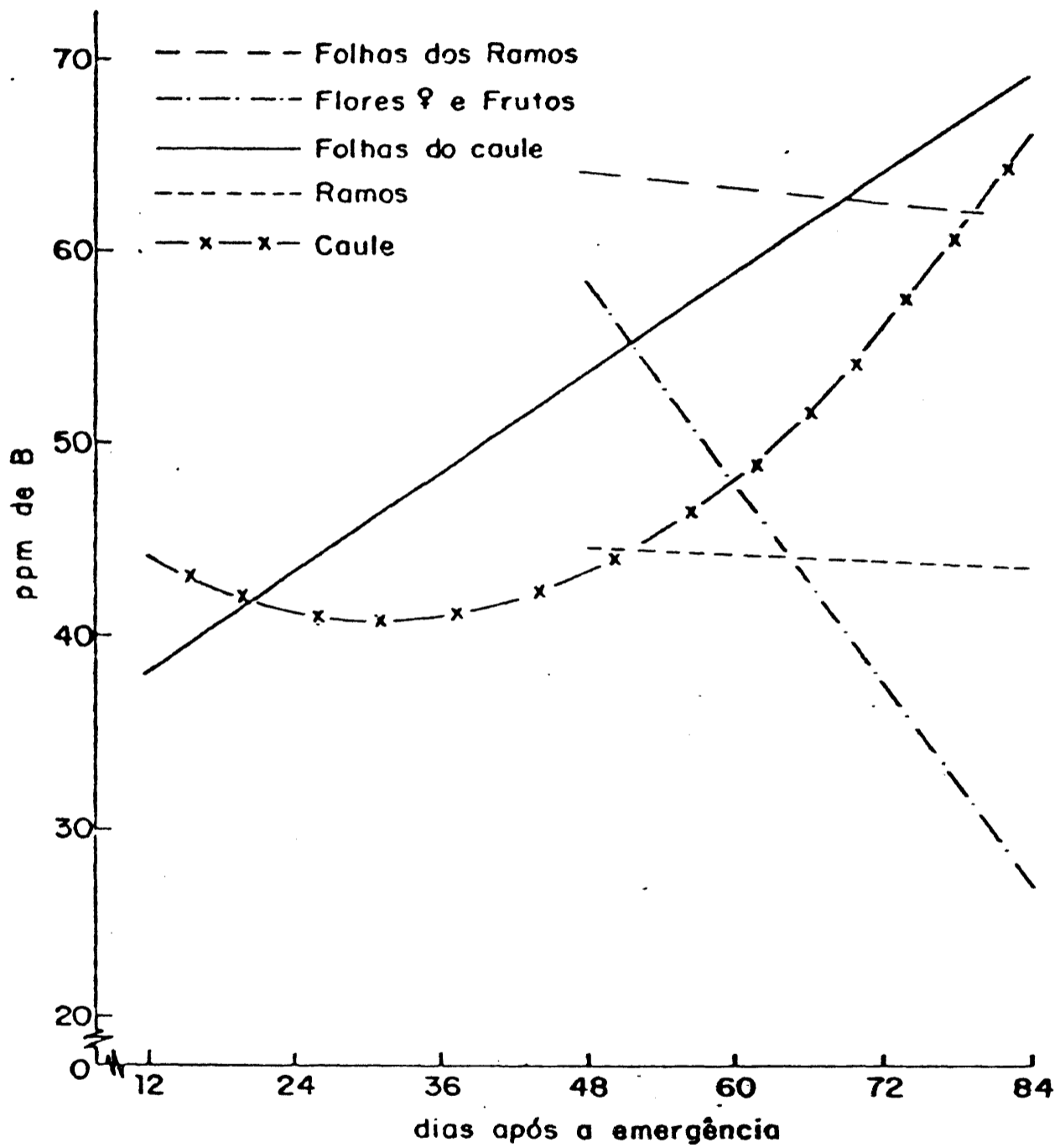


Figura 7. Concentração de boro (ppm) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Observa-se que houve efeito da idade nas porcentagens de boro nos órgãos da planta, exceto nos ramos e nas suas folhas, que não mostraram diferenças significativas nas diferentes épocas de amostragem.

Ao teor de boro nas raízes ajustou-se uma equação de regressão de 1º grau, verificando-se uma diminuição do nutriente com o desenvolvimento da planta, com valores estimados aos 12 dias de 87,60 ppm e de 59,69 ppm aos 84 dias.

Pela Figura 7, verifica-se que os níveis de boro aumentaram no caule e nas folhas do caule com a idade da planta, obedecendo uma equação quadrática. No caule, com um mínimo do nutriente aos 30 dias de 41 ppm e um valor estimado de 66 ppm aos 84 dias. Nas folhas do caule, o aumento deu-se, segundo uma regressão linear, com concentrações estimadas que aumentaram de 38 ppm aos 12 dias para 69 ppm na última amostragem aos 84 dias.

Na Inglaterra, ADAMS (1978) determinou em folhas de planta de pepino que apresentaram boa produtividade, teores de boro que oscilaram em torno de 40 ppm a 80 ppm, enquanto que BERGMANN et alii (1965) citam concentrações de 39 ppm nas folhas novas e de 54 ppm nas folhas velhas. Observa-se, pela Tabela 13, que as concentrações deste nutriente, determinadas nas folhas das plantas analisadas no presente ensaio, estão dentro dos teores assinalados pelos pesquisadores, mantendo ainda, a tendência de aumentar com a idade da planta.

Nos órgãos reprodutivos, tanto nas flores masculinas como nas femininas e frutos, as concentrações de boro decresceram linearmente. O decréscimo dos teores nestes órgãos, está relacionado com a diluição de concentração pela participação cada vez maior de frutos mais desenvolvidos nas amostragens. Estes valores diminuíram na amostragem realizada aos 48 dias de 58,6 ppm de boro, com grande participação de frutos pequenos, até concentrações de 26,95 ppm quando era elevado o número de frutos maduros.

Ferro

Concentração

As concentrações de ferro nos órgãos da planta, em função das diferentes épocas de desenvolvimento, são encontradas nas Tabelas 15 e 16 e na Figura 8.

As porcentagens médias de ferro nas raízes variaram obedecendo a uma equação de regressão de 3º grau, apresentando um teor mínimo estimado aos 37 dias de 1173 ppm, um máximo aos 66 dias de 2518 ppm, sendo tido determinado o ponto de inflexão aos 52 dias com 1845 ppm.

Verificam-se, pela Tabela 16, os baixos coeficientes de determinação das equações de regressão que relacionam as concentrações de ferro no caule e suas folhas com a idade da planta. No caule, a correlação deu-se segundo uma curva quadrática e nas folhas conforme uma regressão cúbica. Verifica-se, pela Tabela 15, que houve grande variabilidade dos níveis de ferro nesses órgãos nas amostragens iniciais, mas a partir dos 60 dias, nota-se uma tendência de diminuição, época em que muitas plantas apresentavam secamento das partes basais.

No caule, a máxima concentração foi determinada ao 27 dias com 419 ppm de ferro, e nas folhas aos 31 dias com 1150 ppm, ocorrendo o ponto de inflexão aos 56 dias com 612 ppm.

Informações obtidas na literatura, corroboram a grande amplitude dos teores de ferro nas folhas das plantas de pepino. CARPENA *et alii* (1979) encontraram teores em torno de 190 ppm a 263 ppm nas variedades "Sporu" e "Bit spot"; no entretanto, STEINER (1961) cita teores normais de 120 ppm a 420 ppm, sendo que EVERETT (1963) chega a mencionar concentrações de 300 ppm.

As concentrações de ferro nos ramos e nas suas folhas ajustaram-se equações de regressão de 3º grau, verificando-se na Figura 8, que as folhas apresentaram, concentrações maiores do nutriente e verificando-se na

Tabela 15 - Concentrações médias de ferro, em partes por milhão da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	6693,5a	445,5ab	728,7a	-	-	-	-
24	1334,5cd	258,5bc	525,2a	-	-	-	-
36	2150,5bc	621,5a	1788,0b	-	-	-	-
48	1438,2bcd	233,7bc	688,7bc	236,5a	1188,0a	2158,7a	763,2a
60	2381,2b	349,2b	313,5a	167,7a	2758,2b	1988,2a	130,7b
72	2029,5bc	250,2bs	286,0a	550,0b	1012,2a	1773,7a	104,5b
84	676,5d	82,5c	71,5a	264,0a	314,7c	434,0b	85,0b
dms (Tukey) 5%	1029,1	320,2	663,7	103,1	481,9	1126,5	116,3
C.V. (%)	18,75	29,57	46,10	16,90	17,40	33,77	20,45

Tabela 16 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²); referentes à concentração de ferro nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 14176,4642 - 846,7207x + 17,5180x^2 - 0,1116x^3$	80,09**
Caulo	$\hat{y} = 344,5371 + 5,4809x - 0,0998x^2$	47,29*
Folhas do caule	$\hat{y} = -580,8214 + 128,0829x - 2,8569x^2 + 0,0170x^3$	54,43**
Ramos	$\hat{y} = 27406,5000 - 1325,1944x + 20,9974x^2 - 0,1079x^3$	99,05**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = -125550,4998 + 5860,4409x - 87,2917x^2 - 0,4209x^3$	98,02**
Flores masculinas	$\hat{y} = 3924,5625 + 223,0468x - 2,0299x^2$	97,84**
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 5848,6750 - 157,6541x + 1,0642x^2$	94,45**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de ferro em ppm da matéria seca.

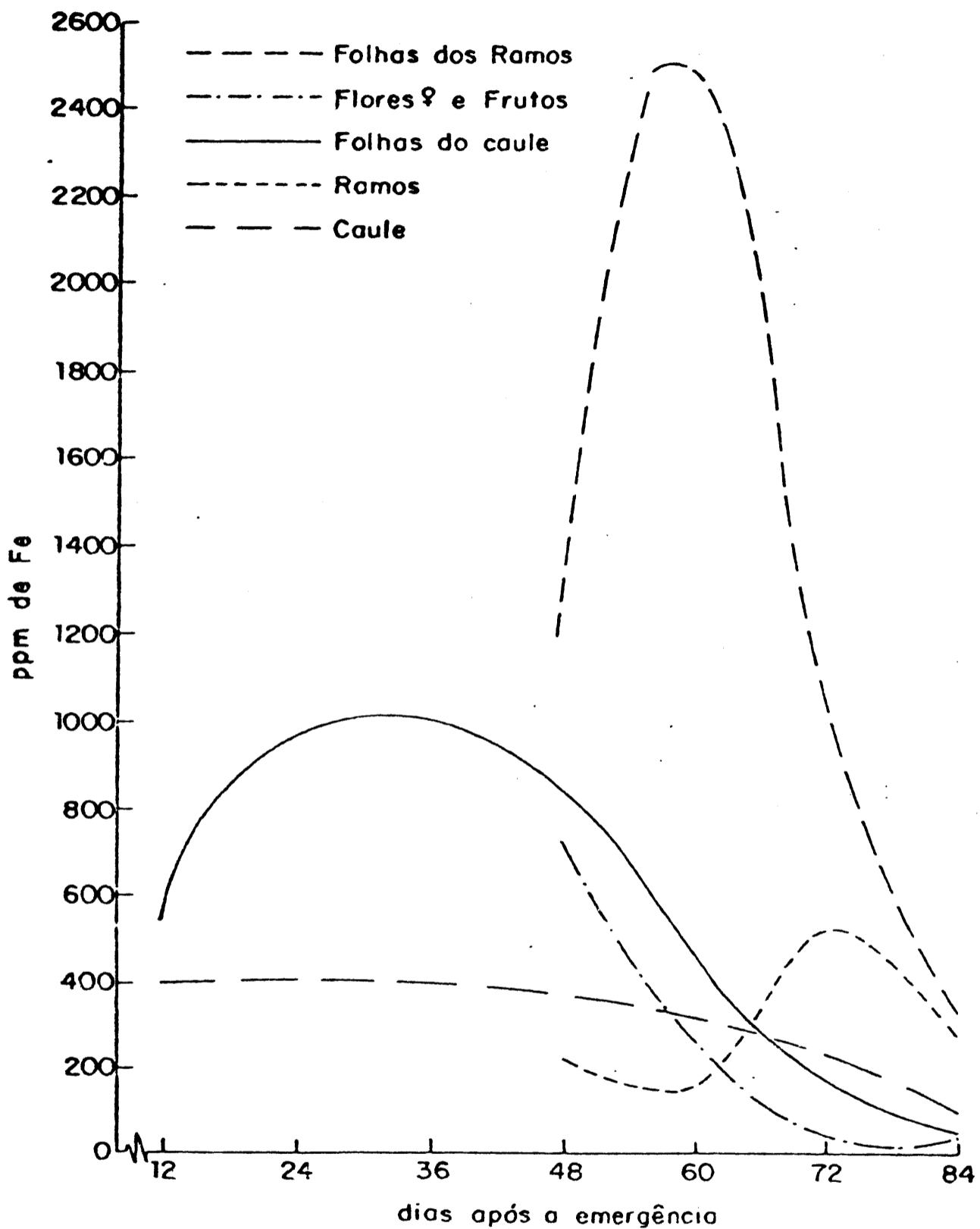


Figura 8. Concentração de ferro (ppm) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Tabela 16, coeficientes de determinação nos ramos e folhas mais altos do que os determinados no caule e suas folhas. As concentrações máximas alcançadas, deram-se aos 75 dias nos ramos com 585 ppm e aos 57 dias nas folhas com 2800 ppm.

Os órgãos reprodutivos apresentaram concentrações de ferro decrescentes, ajustadas a uma equação quadrática. Nas flores femininas e frutos analisados conjuntamente, notou-se uma diminuição gradativa (Figura 8), com valores estimados de 733 ppm aos 48 dias e 114 ppm aos 84 dias, quando a participação dos frutos desenvolvidos teve maior contribuição nas amostragens.

Zinco

Concentração

As concentrações de zinco nas partes das plantas, referentes às épocas das amostragens, acham-se nas Tabelas 17 e 18 e na Figura 9.

Verifica-se pela Tabela 17, que a partir da amostragem realizada aos 24 dias após a emergência da planta, não foram encontradas diferenças significativas nos teores de zinco nas raízes. Neste órgão, a concentração de zinco variou conforme uma equação de regressão cúbica com pontos de mínima, inflexão e de máximo aos 41, 55 e 69 dias com 48,1 ppm, 58,9 ppm e 69,5 ppm.

No caule as concentrações de zinco ajustaram-se a uma equação de regressão de 3º grau, com um elevado coeficiente de determinação de 94,27** (Tabela 18), sendo determinados valores mínimos e máximos, respectivamente, aos 36 e 69 dias com 27 ppm e 47 ppm da planta, ocorrendo a inflexão da curva aos 53 dias com 37,19 ppm do nutriente.

No que tange às folhas do caule, não foi encontrada correlação significativa entre a concentração de zinco nesse órgão e a idade da planta. De certa forma, os resultados obtidos no presente trabalho, concordam com

Tabela 17 - Concentrações médias de zinco, em partes por milhão de matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caulo	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	161,7a	76,5a	69,0a	-	-	-	-
24	64,0b	35,2bcd	43,7b	-	-	-	-
36	48,7b	31,2cd	58,0ab	-	-	-	-
48	73,0b	28,0d	43,2ab	54,7a	75,2a	69,7a	79,5a
60	56,0b	48,7b	60,5a	51,7a	70,5a	73,2a	70,5a
72	60,0b	42,7bc	42,2b	42,2a	64,5a	73,5a	47,5b
84	52,7b	33,5cd	57,0b	31,0a	59,0a	63,0a	42,2b
dms (Tukey) 5%	25,6	14,04	24,74	28,73	19,57	17,99	16,62
C.V. (%)	15,07	14,44	20,04	30,44	13,85	12,26	13,19

Tabela 18 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de zinco nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 299,4285 - 15,3292x - 0,2984x^2 - 1,8044 \cdot 10^{-3}x^3$	90,38
Caulo	$\hat{y} = 152,3571 - 8,3123x + 0,1738x^2 - 1,0131 \cdot 10^{-3}x^3$	94,27
Folhas do caule	Não significativa pelo teste	-
Ramos	$\hat{y} = -216,3375 - 7,7260x - 0,0577x^2$	99,92
Folhas dos ramos	$\hat{y} = -105,6875 + 5,2760x - 0,03862x^2$	97,44
Flores masculinas	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 134,2500 - 1,1250x$	94,22

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de zinco em ppm na matéria seca

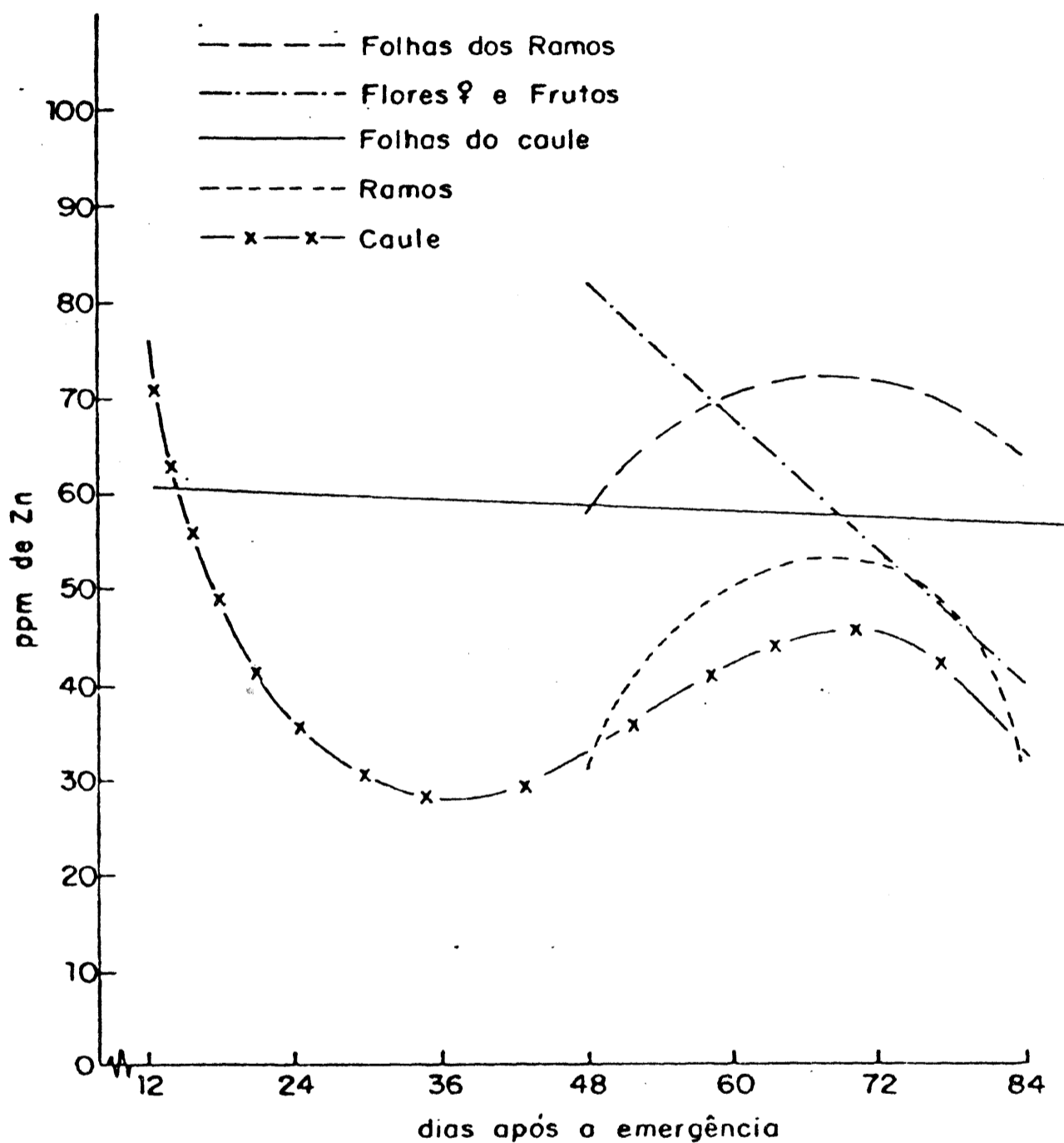


Figura 9. Concentração de zinco (ppm) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

os obtidos por CARPENA et alii (1978a), que não encontraram influência da idade nos níveis de zinco em folhas da variedade "Sporu", embora, na variedade "Bit Spot", tenha sido encontrada. Informam os autores que o teor máximo de elemento encontrado foi de 238 ppm, aos 60 dias, em ambas variedades.

STEINER (1961) apresentou teores de zinco nas folhas, que oscilaram entre 90 ppm e 150 ppm, e ADAMS (1978) relatou teores na faixa de 40 ppm e 100 ppm nas folhas sem sintomas de deficiência. Os dados do presente trabalho enquadram-se nos citados pelo último autor, conforme se constata na Tabela 17.

Tanto nos ramos, como nas suas folhas, as variações na concentração de zinco obedeceram equações quadráticas com coeficientes de determinação altos (Tabela 17). Os teores médios de zinco nestes órgãos não diferiram entre si nas diversas épocas de amostragem.

A concentração de zinco nos órgãos reprodutores foi influenciada significativamente pela idade, somente nas flores femininas e nos frutos (Tabelas 17 e 18). Houve um decréscimo do teor do nutriente, segundo uma equação linear, devido o desenvolvimento dos frutos, variando de valores estimados de 80,25 ppm aos 48 dias para 39,75 ppm aos 84 dias.

Cobre

Concentração

Nas Tabelas 19 e 20 e na Figura 10 são apresentados os resultados referentes às concentrações de cobre nos órgãos da planta em função da idade.

As concentrações médias de cobre nas raízes, conforme o observado na Tabela 19, apresentaram pouca variabilidade durante as épocas de amostragens, ajustaram-se a uma equação de regressão cúbica, com ponto de mínima aos 44 dias com 13,3 ppm e ponto de inflexão aos 68 dias com 19,8 ppm.

Tabela 19 - Concentrações médias de cobre, em partes por milhão da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caule	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	40,2a	15,0b	18,0ab	-	-	-	-
24	16,5c	11,0cd	13,2cd	-	-	-	-
36	16,5c	13,5bc	16,5bc	-	-	-	-
48	20,0bc	10,0de	14,2bcd	8,5a	17,5a	26,2a	28,7a
60	15,7c	9,75de	14,7bcd	14,0b	23,2b	28,2a	20,5b
72	16,7c	8,25e	12,5d	13,5b	17,5a	24,0a	20,2b
84	27,5b	20,2a	21,5a	24,5c	27,2d	26,7a	16,5c
dms (Tukey) 5%	7,98	2,71	3,92	3,88	3,50	9,39	3,29
C.V. (%)	16,07	9,41	10,79	12,22	7,82	17,01	7,29

Tabela 20 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R^2), referentes à concentração de cobre nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R^2
Raízes	$\hat{y} = 65,0714 - 2,7943x + 0,0468x^2 - 2,2907 \cdot 10^{-4}x^3$	80,36**
Caulo	$\hat{y} = 9,3571 + 0,6067x - 0,012170x^2 + 1,8889 \cdot 10^{-4}x^3$	76,06**
Folhas do caule	$\hat{y} = 38,8571 - 2,8686x + 0,1138x^2 - 1,8103 \cdot 10^{-3}x^3 + 0,9093 \cdot 10^{-5}x^4$	90,77**
Ramos	$\hat{y} = 28,8750 - 0,8845x + 9,5486 \cdot 10^{-3}x^2$	88,71**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = -660,5000 + 32,5416x - 0,5087x^2 + 2,6041 \cdot 10^{-3}x^3$	98,12**
Flores masculinas	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 74,4750 - 1,339x + 7,8125 \cdot 10^{-3}x^2$	91,73**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de cobre em ppm da matéria seca

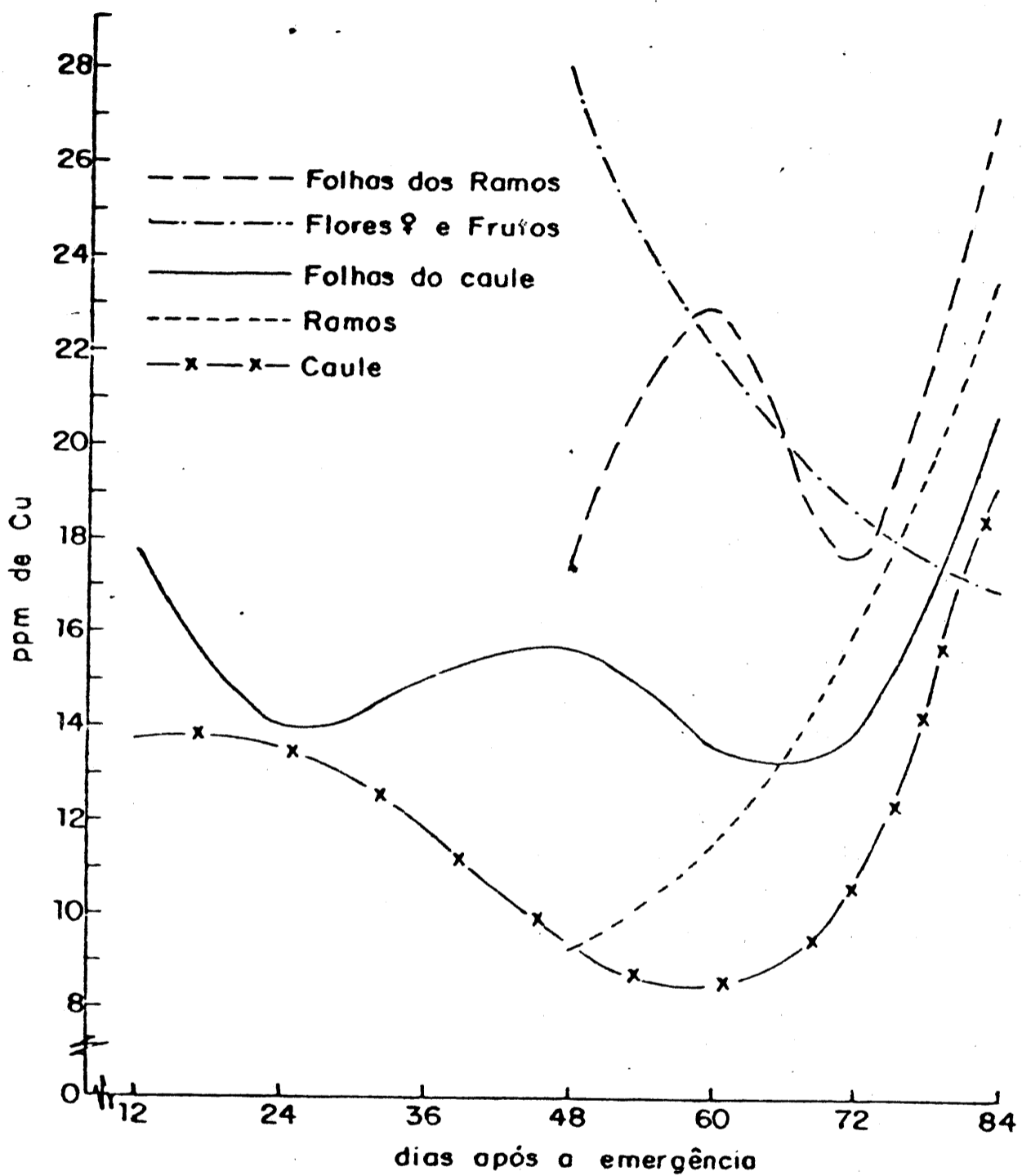


Figura 10. Concentração de cobre (ppm) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Nota-se, pela Tabela 19, no caule e nas folhas do caule, uma diminuição dos valores médios da concentração de cobre com a idade, observando-se que somente os teores da amostragem feita aos 84 dias não se ajustaram a esta tendência. No caule, as variações do teor do nutriente obedeceram uma equação de 3º grau com ponto de máxima, de inflexão e de mínima aos 18,38 e 58 dias, com 14,3 ppm, 11,3 ppm e 8,4 ppm do nutriente. Nas folhas, variou segundo uma equação de 4º grau, notando-se que os teores de cobre neste órgão sempre foram maiores que os observados no caule.

O teor de cobre aumentou progressivamente nos ramos segundo regressão quadrática e ajustou-se a uma equação cúbica nas folhas dos ramos com um máximo aos 56 dias com 23,96 ppm, ponto de inflexão aos 65 com 20,64 ppm e ponto de mínima aos 74 dias com 17,31 ppm.

Os resultados obtidos no presente trabalho discordam dos encontrados por EVERETT (1963), que obteve teores de 10 ppm de cobre nas folhas de planta de pepino com boa produção, e, também superam os encontrados por ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1969) que relatam valores que oscilaram entre 7 e 10 ppm. No entanto, são concordantes com os relatados por CARPENA *et alii* (1978a), que determinaram teores de cobre que variaram de 16 ppm a 29 ppm em folhas de plantas das variedades "Sporu" e "Bit Spot", e apresentaram uma diminuição do teor com o aumento da idade da planta.

As flores masculinas não mostraram diferenças significativas do teor de cobre com a idade da planta, enquanto, que nas flores femininas e frutos, as concentrações decresceram gradativamente de acordo com uma regressão quadrática, em função da participação cada vez maior dos frutos mais desenvolvidos nas amostragens. Os valores estimados nas amostras compostas de flores e frutos, variaram de 28 ppm na primeira amostragem aos 48 dias para 17,1 ppm na final aos 84 dias.

Manganês

Concentração

As concentrações de manganês nos órgãos, em função da idade, são apresentadas nas Tabelas 21 e 22 e na Figura 11.

Verifica-se pela Tabela 21, a concentração relativamente alta de manganês nas raízes amostradas aos 12 dias após a emergência da planta. Não foram encontradas, posteriormente, diferenças significativas entre os teores médios do elemento no órgão nas demais amostragens, porém, observou-se a diminuição dos valores com a idade. Ajustou-se ao órgão, uma equação cúbica com ponto de máxima aos 71 dias com 68,1 ppm.

As concentrações de manganês no caule e nas folhas dos caules, ajustaram-se equações de 3º grau, recaindo o ponto de máximo acúmulo nos 72 dias e 71 dias, respectivamente, com 68,8 ppm e 280 ppm. Nota-se pela Tabela 21, que existe proximidade dos teores médios de manganês no caule e nas folhas nas diferentes idades, e que em todas as épocas a concentração de nutriente nas folhas foi maior que a do caule.

Nos ramos, os teores de manganês variaram segundo regressão linear, observando-se um acréscimo com a idade (Figura 11), e conforme equação cúbica nas folhas dos ramos, com ponto de máxima aos 75 dias com 425 ppm.

Pode ser observada na Tabela 21, a alta concentração média de manganês nos órgãos determinada na amostragem realizada aos 72 dias, principalmente nas folhas, talvez pelo efeito residual da aplicação em dias anteriores, de fungicidas que continham o elemento.

Os valores determinados no presente trabalho estão dentro daqueles relatados pela literatura. ADAMS (1978) cita teores de 100-200 ppm de manganês nas folhas de plantas sadias e ROORDA VAN EYSINGA & SMILDE (1969), citam teores que oscilam entre 100 ppm e 300 ppm.

Tabela 21 - Concentrações médias de manganês, em partes por milhão da matéria seca, nos órgãos da planta, em função da idade.

Dias após a emergência	Órgãos da planta						
	Raízes	Caulé	Folhas do caule	Ramos	Folhas dos ramos	Flores masc.	Flores fem. e frutos
12	400,5a	162,7a	198,7a	-	-	-	-
24	52,5b	43,7bc	102,5a	-	-	-	-
36	47,5b	45,0bc	170,7a	-	-	-	-
48	36,2b	29,0c	102,0a	27,7a	102,0a	78,5a	37,2a
60	39,0b	52,5bc	217,2a	53,5ab	167,0ab	97,7a	32,2a
72	39,2b	69,0b	356,0b	60,0b	406,2c	104,0a	30,5ab
84	2,62b	50,2bc	188,0a	73,0c	240,5b	90,5a	15,5b
dms (Tukey) 5%	64,96	29,76	119,77	27,96	84,39	52,50	11,71
C.V. (%)	30,83	20,03	27,30	24,86	17,55	27,19	18,67

Tabela 22 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (R²), referentes à concentração de manganês nos órgãos da planta.

Órgãos da planta	Equações	R ²
Raízes	$\hat{y} = 856,5357 - 50,6247x + 0,9589x^2 - 5,6664 \cdot 10^{-3}x^3$	93,23**
Caulo	$\hat{y} = 343,5714 - 19,8274x + 0,3905x^2 - 2,3349 \cdot 10^{-3}x^3$	94,58**
Folhas do caule	$\hat{y} = 478,7142 - 30,8121x + 0,7492x^2 - 4,9953 \cdot 10^{-3}x^3$	61,95**
Ramos	$\hat{y} = -24,6479 + 1,1854x$	93,20**
Folhas dos ramos	$\hat{y} = 13169,50 - 655,267x + 10,6615x^2 - 0,0559x^3$	99,15**
Flores masculinas	Não significativa pelo teste "F"	-
Flores fem. e frutos	$\hat{y} = 60,1250 - 0,4583x$	89,99**

x - Representa o número de dias após a emergência no campo

\hat{y} - Representa a estimativa da concentração de manganês em ppm na matéria seca.

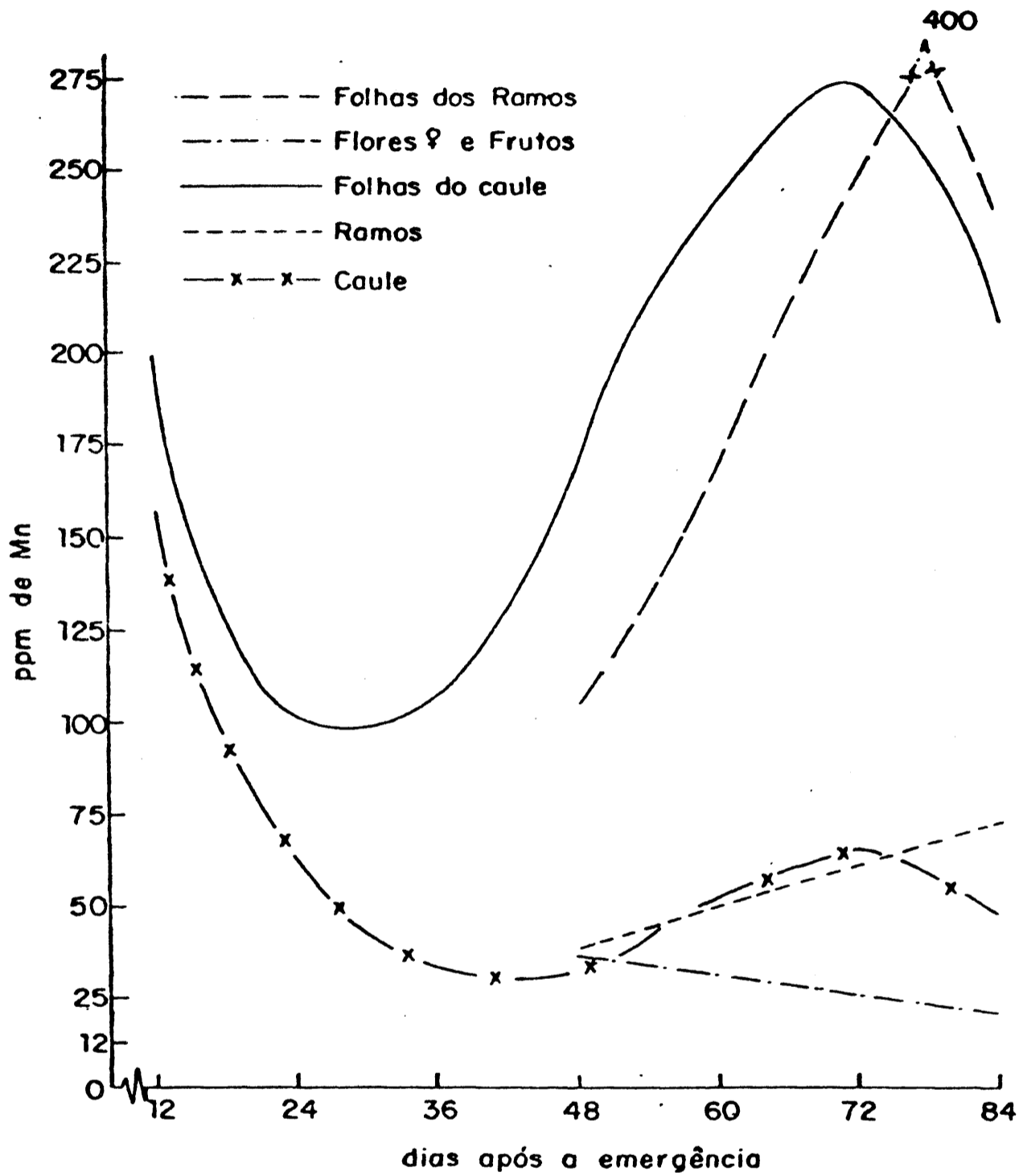


Figura 11. Concentração de manganês (ppm) nos órgãos aéreos da planta, em função da idade.

Nas flores masculinas não se observou influência significativa da idade na concentração de manganês, e nas flores femininas e frutos, as concentrações decresceram linearmente com o desenvolvimento dos frutos, até atingir aos 84 dias um teor estimado de 21,72 ppm.

CONCLUSÕES

- a) Nos órgãos aéreos, as concentrações de nutrientes são instáveis e variam em função da idade da planta.
- b) Nas folhas, a concentração de nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, cobre e manganês é sempre maior do que as encontradas no caule e ramos, ocorrendo o inverso com o potássio, enquanto que as porcentagens de fósforo, boro e zinco são muito semelhantes nesses órgãos.
- c) As concentrações dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre diminuem nos órgãos com a idade da planta; as de cálcio e magnésio, aumentam, principalmente nas folhas e ramos, não havendo uma constância no caule.
- d) No caso dos micronutrientes, a concentração de boro aumenta, a de ferro diminui, enquanto que as de zinco, cobre e manganês não apresentaram uma tendência característica, mostrando grande variabilidade.
- e) Nos frutos, as concentrações mais elevadas dos nutrientes são encontradas nos frutos novos, havendo uma diminuição gradativa com o desenvolvimento.

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. LIII -
NUTRIENT CONCENTRATION IN CUCUMBER (*Cucumis sativus*
L.) VAR. AODAI, UNDER FIELD CONDITIONS

A commercial cucumber plantation was set in Piracicaba (SL: 22°41'31" and LW: 47°38'31"), State of São Paulo, Brazil, in a soil classified as "Terra Roxa Estruturada (Alfissol), série Luiz de Queiroz". Plants (4 replications) with 12, 24, 36, 48, 60, 72, and 84 days from emergence were collected and divided into roots, stems, stem leaves, shoot leaves, masculine and feminine flowers, and fruits. The material was dried at 80°C and analysed for macro and micronutrients. The results were as follows:

- the nutrient concentrations are unstable and vary with the plant aging;

- the concentration of N, P, K, S, and Fe decrease whereas the concentrations of Ca, Mg, and B increased with the plant aging; the elements Zn, Cu, and Mn did not show concentration tendencies in the different parts of the plant;

- the young fruits present higher nutrient concentrations that decrease during the ripening period.

LITERATURA CITADA

- ADAMS, P., 1978. How cucumbers respond to variation in nutrition. *Grower*, Littlehampton, UK, 89(4): 197, 199-201.
- BARKER, A.V.; MAYNARD, D.N., 1972. Cation and nitrate accumulation in pea and cucumber plants as influenced by nitrogen nutrition. *Journal American Society of Horticultural Science*. 97(1): 27-30.

- BERGMAN, W.; BÜCHEL, L.; WRAZILDLO, W., 1965. Bor - und Stickstoff-Überschus-symptomen bei Gewächshausgurken sowie Borschadens bei einigen anderen Pflanzen. Archiv für Gartenbau, Berlin, 13: 65-76.
- CAROLUS, R.L., 1934. Effects of magnesium deficiency in the soil on the yield, appearance and composition of vegetable crops. Proceedings American Society for Horticultural Science. 32:610-614.
- CARPENA, O.; PÉREZ MELIÁN, G.; LUQUE, A., 1978 a. Variaciones en el contenido de nutrientes en hojas de pepinos (*Cucumis sativus* L. cultivados en hidroponia, como base para el diagnóstico por análisis foliar. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia, 18(1): 110-18.
- CARPENA, O.; PÉREZ MELIÁN; LUQUE, A., 1978 b. Absorción de agua e iones en el cultivo de pepinos. I. Consumos totales. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia, 18(2): 236-244.
- EVERETT, P.H., 1963. Minor element and nitrogen studies with cucumbers. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 76: 143-149.
- FILGUEIRA, F.A.R., 1981. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**, 2.ed., São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, v.1., 338 p.
- FLEMING, J.W.; BRADLEY, G.A., 1960. The effects of position of leaf and time form sampling on the relationships of leaf phosphorus and potassium to yield cucumbers. Proc. Am. Hort. Sci. 75: 617-624.
- MILETTI, G., 1969. Observations on the absorption of *Cucumis sativus* L. in soilless culture under glass. In: Proceedings of the International Congress of Hydroponics, Las Palmas, p. 119-131.

- ROORDA VAN EYSINGA; SMILDE, K.W., 1969. **Nutritional disorders in cucumbers and gherkins under glass**, Wageningen, The Netherlands, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 46 p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. **Análises químicas em plantas**, Piracicaba, ESALQ/USP, 56 p.
- SINGH, N.; CHOUDHURY, B., 1977. Further studies on nutrient uptake as affected by growth regulator sprays in cucumber. *Indian Journal of Agriculture* **34**(1):56-59.
- STEINER, A.A., 1961. An universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil* **15**: 134-54.
- WARD, G.M., 1967a. Greenhouse cucumber nutrition; a growth analysis study, *Plant and Soil* **26**(2): 324-332.
- WARD, G.M., 1967b. Growth and nutrient absorption in greenhouse tomatoe and cucumber. *Proceedings American Society for Horticultural Science* **90**: 335-41.