

CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM FUNÇÃO DA IDADE,
DOSES DE FÓSFORO APLICADAS E PARTES DE SOJA
(*Glycine max* (L.) Merrill)*.

D.S. CORDEIRO **
J.S. SARRUGE ***
H.P. HAAG ***
G.D. DE OLIVEIRA ***

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido visando atingir o seguinte objetivo: determinação das concentrações dos macronutrientes, nas partes da planta, em função de níveis de adubação fosfatada.

Para verificar os parâmetros propostos foi instalado um fatorial 3^3 com três repetições em solo da série Guamium, no município de Piracicaba, SP. Usou-se o cultivar IAC-2 de hábito de crescimento indeterminado. Aplicou-se no sulco na ocasião da semeadura as seguintes quantida-

* Entregue para publicação em 06/03/1980. Parte da Tese de doutoramento apresentada pelo primeiro autor à E. S. A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

** Centro Nacional de Pesquisa de Soja, EMBRAPA, Londrina-PR.

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

des de fertilizantes: 0, 20 e 40 kg de N por ha; 0, 60 e 120 kg de P_2O_5 por ha; 0, 30 e 60 kg de K_2O por ha. Foram igualmente incorporados 2,7 t de calcário dolomítico por ha. Foram colhidas amostras de plantas em intervalos de 21 dias, a partir da emergência, até a queda parcial das folhas aos 105 dias de idade.

Conclusões: concentrações maiores de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre foram encontradas nas folhas superiores; e as maiores concentrações de cálcio e magnésio localizaram-se nas folhas inferiores. As variações nas concentrações de fósforo e magnésio com a idade das plantas, foram afetadas pelas doses de fósforo.

INTRODUÇÃO

A absorção de nutrientes pela soja, de acordo com HANWAY & THOMPSON (1971), é pequena no início do crescimento da planta, devido ao tamanho reduzido da mesma. A absorção acelera-se rapidamente em torno dos 50 dias de idade, quando a planta cresce e se desenvolve (HANWAY & WEBER, 1971). Portanto, um suprimento adequado de nutrientes neste estágio é essencial para o ótimo desenvolvimento da planta.

WELCH *et alii* (1949), usando fósforo radioativo, verificaram a absorção pelas plantas do fósforo nativo do solo e fósforo adicionado ao mesmo, através de um fertilizante. Constataram que a concentração de fósforo na planta está correlacionada de modo positivo com as quantidades existentes no solo. Observaram também que a absorção de fósforo foi muito maior quando o fertilizante foi aplicado na linha, do que quando foi aplicado à lanço e incorporado ao solo.

HOWELL (1954) observou que aumentando o teor de fósforo na solução nutritiva de 2 para 10 ppm, aumentava o tamanho das plantas, produção de grãos e o teor de óleo nas mes-

mas. Constatou também que algumas variedades respondiam favoravelmente a concentrações elevadas de fósforo com 112 ppm, enquanto que outras foram prejudicadas com doses de 50 ppm.

KAMPRATH & MILLER (1958) mostraram que a produção de soja está fortemente relacionada com o pH e o teor de fósforo do solo. Em dois anos de experimentos, as mais altas médias de produção foram obtidas nas parcelas que continham as doses de fósforo. Constataram também que a produção de soja decresce quando a concentração de fósforo no solo é superior a 40 ppm.

No Brasil, o fósforo é chamado de "elemento problema", devido ao seu baixo teor disponível no solo e em razão disto vem sendo estudado intensivamente por vários investigadores. MIYASAKA *et alii* (1964, 1966) estudaram o efeito do fósforo na cultura da soja em solos de arenito e terra roxa misturada. Verificaram que a resposta ao fósforo, em ambos os tipos de solo, foi linear e significativa; não encontrando, porém, respostas ao nitrogênio, potássio, enxofre e aos micronutrientes.

GOEPFERT (1971), GOEPFERT & FREIRE (1972) e VIDOR *et alii* (1973) constataram, em solos do Rio Grande do Sul, um aumento significativo na produção da soja, quando eram aplicadas doses crescentes de adubos fosfatado. No Estado de Minas Gerais, LIMA *et alii* (1974) encontraram respostas para a produção, altura de plantas, altura da inserção da 1.ª vagem e no ciclo da planta para aplicações de 100 a 200 kg/ha de P_2O_5 .

Mederski, citado por OHLROGGE (1960), verificou que em plantas desenvolvidas, em solução nutritiva, contendo 5 ppm de fósforo, a menor concentração do elemento é encontrada no período de pré-florescimento, correspondendo a 0,30% nas folhas e 0,15% nas hastes. Para este período, OHLROGGE (1960) verificou como teores ótimos para aquelas partes vegetativas, valores de 0,25 e 0,45% de "P". Este último autor, depois de analisar o trabalho de vários pesquisadores com relação à concentração do fósforo no período do florescimento, sugere que plantas bem nutridas devem possuir uma concentração de "P" entre 0,25 a 0,35% e que valores encontrados abai

xo ou acima dos valores extremos, representam deficiência ou consumo de luxo respectivamente.

HANWAY & WEBER (1971) verificaram que a avaliação total de fósforo na planta segue a tendência de acúmulo da matéria seca. A concentração de fósforo é baixa no início do crescimento, mas eleva-se rapidamente no período compreendido entre 50 a 100 dias após a germinação. MASCARENHAS (1972) verificou que a maior intensidade de absorção de macronutrientes ocorre durante o período de 60 a 80 dias, compreendendo o fim do período do florescimento e o início de formação de vagens. Observou, 100 dias após, a germinação que 50% do fósforo total tinham sido absorvidos pela planta.

Quanto à extração de fósforo pela soja, HANNOND *et alii* (1951) apontam como maior responsável, a alta demanda dos elementos pelas sementes. Até a maturidade, 82 a 85% do fósforo contido na planta estavam nas sementes.

O trabalho foi desenvolvido para determinar a concentração de macronutrientes em função da idade, doses de fósforo aplicadas e partes da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um solo da série Guamium (RANZANI *et alii*, 1966), situada no município de Piracicaba, SP. Como delineamento experimental usou-se um fatorial 3^3 com três repetições, constituídos dos seguintes tratamentos:

Elemento	Dose (kg/ha)			Fontes
N	0	20	40	Sulfato de amônio
P (P ₂ O ₅)	0	60	120	Super fosfafo triplo
K (K ₂ O)	0	30	60	Cloreto de potássio

Além da adubação nitrogenada, as sementes foram inoculadas com *Rhizobium* específico. A interpretação da análise

de solo indicam a necessidade da aplicação de 2,7 t de calcário dolomítico, por hectare, que foram adicionadas a lavoura após lavra e incorporadas ao solo na operação de gradeação.

O adubo foi colocado no sulco, do lado e abaixo da semente, sendo que todo o fósforo e potássio foram adicionados por ocasião do plantio. O nitrogênio, com um terço na semeadura, e dois terços quarenta e cinco dias, após a emergência.

A variedade utilizada foi a IAC-2 de hábito de crescimento indeterminado. Amostras de plantas foram colhidas em intervalos de 21 dias a partir da emergência até a queda parcial das folhas aos 105 dias de idade.

O material coletado foi seco em estufa a 60-70°C e analisado para os elementos de acordo com SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentração de nitrogênio

As médias das concentrações de nitrogênio em função da idade da planta, dose de fósforo aplicadas ao solo e partes da planta aparecem na Tabela 1.

A análise estatística dos resultados pode ser observada na Tabela 2.

As concentrações de nitrogênio nas diversas partes da planta (folhas superiores, médias, inferiores e caules) em função da idade da planta foram submetidos a uma análise de regressão. Os resultados aparecem na Tabelas 3 e 4 e na Figura 1.

Calculou-se também através das médias estimadas, pontos de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de nitrogênio, em função da idade nas diversas partes da planta, conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 1 - Concentrações de nitrogênio em função da idade da planta, das doses de fósforo aplicadas ao solo e partes da planta (Média de três repetições)

Tratamento kg de P ₂ O ₅ /ha	Idade da Planta*	% de N			Caule
		F. superior	F. média	F. inferior	
0	21	4,35	4,60	3,88	1,73
	42	3,87	4,01	2,94	1,10
	63	3,72	3,10	2,95	1,53
	84	3,13	3,35	2,57	1,57
	105	2,75	2,34	1,80	1,36
60	21	4,30	4,57	3,77	1,59
	42	3,35	3,74	2,87	1,11
	63	3,66	3,52	3,14	1,37
	84	3,97	3,33	2,60	1,69
	105	2,80	2,55	1,92	1,11
120	21	4,44	4,32	3,80	1,58
	42	3,42	3,42	2,90	1,23
	63	3,78	3,52	2,60	1,30
	84	3,64	3,13	2,57	1,63
	105	2,39	2,19	1,95	1,02

* Dias após a emergência

A análise da Figura 1 mostra que a planta com 21 dias de idade possui um alto teor de nitrogênio nas folhas superiores. OHLROGGE (1960) diz que a concentração de nitrogênio é alta em plantas novas (seedlings) de soja sendo que o teor vai caindo gradualmente por efeitos de diluição até aos 60 dias. No presente caso houve decréscimo na concentração de nitrogênio até os 44 dias.

Tabela 2 - Análise da variância das concentrações de nitrogênio em função da idade, doses de fósforo aplicadas e partes da planta de soja

	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
(a) Épocas	4	44,33083	11,08270	50,0421
(b) Tratamento	2	0,90853	0,45426	N.S.
(c) partes	3	141,5125	47,17071	212,9917
(a) x (b)	8	0,28513	0,03566	N.S.
(a) x (c)	12	11,13818	0,92818	4,1910
(b) x (c)	6	0,35867	0,05547	N.S.
Tratamento	35	198,53172	3,39160	15,3142
Blocos	2	0,20182	0,10091	N.S.
Resíduo	142	19,97311	0,22146	-
Total	192	218,70666		

C.V. = 16,60%

Tabela 3 - Equações representativas e coeficientes de determinação da concentração de nitrogênio em função da idade nas partes da plantas

Partes	Equações	R ² %
Folhas superiores	$\hat{Y} = 7,54418 - 0,22572x + 4,01781 \cdot 10^{-3}x^2 - 2,20172 \cdot 10^{-5}x^3$	99,75
Folhas médias	$\hat{Y} = 6,40354 - 0,12862x + 2,02005 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,10679 \cdot 10^{-5}x^3$	99,93
Folhas inferiores	$\hat{Y} = 5,93618 - 0,14282x + 2,21324 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,15385 \cdot 10^{-5}x^3$	99,05
Caules	$\hat{Y} = 3,56352 - 0,13767x + 2,45564 \cdot 10^{-3}x^2 - 1,29764 \cdot 10^{-5}x^3$	99,94

Tabela 4 - Pontos estimados de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de nitrogênio, em função da idade da planta

Pontos Estimados	Idade da Planta*	% de N	Partes
Máximo	77,64	3,93	
Mínimo	44,01	3,51	F. superiores
Inflexão	60,82	3,72	
Máximo	-	-	
Mínimo	-	-	F. médias
Inflexão	60,83	3,56	
Máximo	-	-	
Mínimo	-	-	F. inferiores
Inflexão	63,64	2,79	
Máximo	84,11	1,63	
Mínimo	42,04	1,15	Caules
Inflexão	63,07	1,39	

* Dias após a emergência

A partir desse ponto, o teor nas folhas superiores aumenta até chegar a seu ponto de máxima concentração aos 77 dias de idade da planta. A partir dessa idade, o teor decresce até o final do ciclo, devido, provavelmente, à translocação para as sementes. Esta acertiva é comprovada por HAMMOND *et alii* (1951), TOGARI *et alii*, sendo os últimos citados por OHLROGGE (1960).

As concentrações de nitrogênio nas folhas médias e inferiores apresentaram teores altos nas plantas jovens (21 dias), decrescendo até o final do ciclo da planta, com uma ligeira estabilização aos 60 dias. O comportamento do nitrogênio no caule é semelhante ao das folhas do terço superior, isto é, ocorre uma queda na concentração dos 21 para os 42 dias de idade da planta. Após esse ponto há um acréscimo na concentração até atingir o valor máximo aos 84 dias. A par-

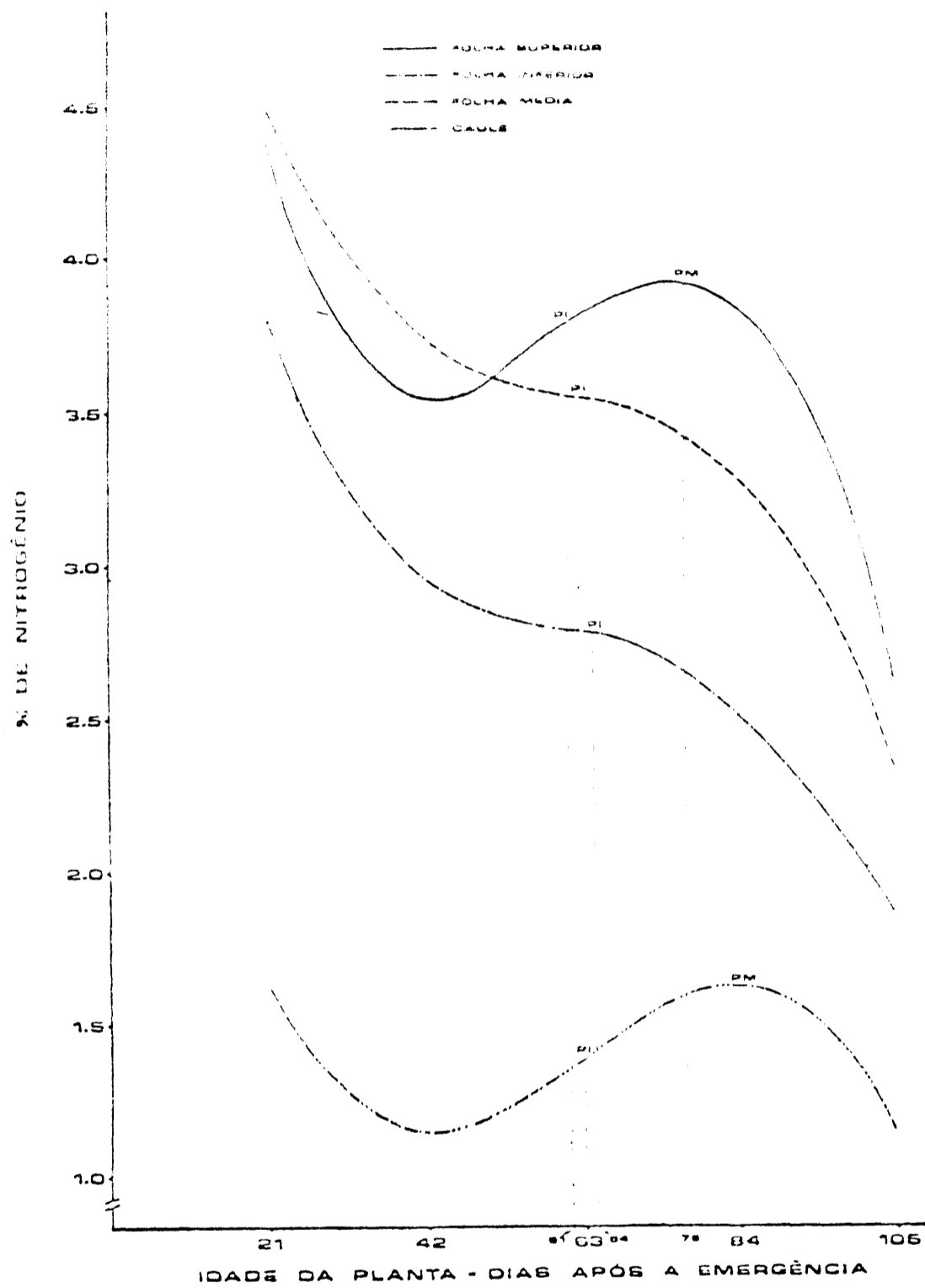


Figura 1 - Pontos de máxima e pontos de inflexão das concentrações de nitrogênio nas partes da planta em função da idade.

tir dessa idade, a concentração de nitrogênio decresce novamente até o final do ciclo, provavelmente, devido à translocação para os grãos. Nota-se que a concentração de nitrogênio no caule é aproximadamente três vezes menor do que nas folhas. Confirmam estes dados o trabalho de Togari *et alii*, citado por OHLROGGE (1960).

Concentração de fósforo

As médias das concentrações de fósforo em função da idade e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta, aparecem na Tabela 5.

Tabela 5 - Concentrações de fósforo em função da idade e doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta (Média de três repetições)

kg de P ₂ O ₅ /ha	Idade da planta*	% de fósforo			
		Folhas superiores	Folhas médias	Folhas inferiores	Caules
0	21	0,31	0,17	0,16	0,11
	42	0,38	0,24	0,15	0,12
	63	0,42	0,23	0,15	0,15
	84	0,32	0,19	0,15	0,16
	105	0,20	0,15	0,10	0,09
60	21	0,35	0,19	0,16	0,11
	42	0,35	0,27	0,15	0,14
	63	0,42	0,33	0,21	0,16
	84	0,28	0,22	0,16	0,19
	105	0,15	0,16	0,11	0,10
120	21	0,45	0,22	0,21	0,15
	42	0,37	0,25	0,17	0,17
	63	0,41	0,20	0,17	0,17
	84	0,36	0,20	0,18	0,20
	105	0,25	0,20	0,16	0,17

* Dias após a emergência.

A análise estatística dos resultados aparece na Tabela 6.

Os efeitos significativos foram desdobrados nas equações de regressão correspondentes, conforme mostram a Tabela 7 e as Figuras 2, 3 e 4.

Foram estimados também os pontos de máxima, mínima e inflexão das concentrações de fósforo nas diferentes partes da planta, em função da idade da mesma. Os valores estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 6 - Análise da variância das concentrações de fósforo em função da idade, doses de fósforo aplicadas, e partes da planta de soja.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
(a) Épocas	4	0,19118	0,04779	19,6372
(b) Tratamentos	2	0,03858	0,01929	7,9269
(c) Partes	3	0,96944	0,32314	132,7657
(a) x (b)	8	0,04800	0,00600	2,4651
(a) x (c)	12	0,14708	0,01225	5,3559
(b) x (c)	6	0,02230	0,00371	1,5273NS
Tratamentos	35	1,41661	0,02443	10,0379
Blocos	2	0,00560	0,00280	1,1520
Resíduo	142	0,18974	0,00243	-
Total	179	1,61196	-	-

C.V. = 22,70%

Tabela 7 - Equações representativas e coeficientes de determinação das concentrações de fósforo em função da idade, nas diversas partes das plantas sob três níveis de fósforo aplicados ao solo

kg/P ₂ O ₅ ha	Partes	Equações	R ² %
0	F. superior	$\hat{Y}=0,24723+9,41612 \cdot 10^{-3}x - 8,53093 \cdot 10^{-5}x^2$	96,82
	F. médias	$\hat{Y}=-2,32400 \cdot 10^{-2}+1,27753 \cdot 10^{-2}x-1,84297 \cdot 10^{-4}x^2+7,49559 \cdot 10^{-7}x^3$	99,43
	F. inferior	$\hat{Y}=0,22332 - 4,15748 \cdot 10^{-3}x + 7,94622 \cdot 10^{-5}x^2 - 44,80509 \cdot 10^{-7}x^3$	99,99
	Caulis	$\hat{Y}=0,19052 - 6,16678 \cdot 10^{-3}x + 1,47594 \cdot 10^{-4}x^2 - 9,29525 \cdot 10^{-7}x^3$	98,14
60	F. superior	$\hat{Y}=0,21533 + 7,54006 \cdot 10^{-3}x - 7,77291 \cdot 10^{-5}x^2$	91,03
	F. médias	$\hat{Y}=5,59399 \cdot 10^{-2} + 8,27190 \cdot 10^{-3}x - 7,01814 \cdot 10^{-5}x^2$	85,82
	F. inferior	$\hat{Y}=8,93399 \cdot 10^{-2} + 3,68693 \cdot 10^{-3}x - 3,29122 \cdot 10^{-5}x^2$	81,64
	Caulis	$\hat{Y}=0,17527 - 5,00464 \cdot 10^{-3}x + 1,36192 \cdot 10^{-4}x^2 - 9,000730 \cdot 10^{-7}x^3$	93,72
120	F. superior	$\hat{Y}=0,66240 - 1,53934 \cdot 10^{-2}x + 2,76012 \cdot 10^{-4}x^2 - 1,589 \cdot 10^{-6}x^3$	95,50
	F. médias	$\hat{Y}=0,278899 + 4,34861 \cdot 10^{-2}x - 1,1819 \cdot 10^{-3}x^2 + 1,27838 \cdot 10^{-5}x^3 - 4,775553 \cdot 10^{-8}x^4$	99,99
	F. inferior	$\hat{Y}=0,32734 - 7,46950 \cdot 10^{-3}x + 1,11645 \cdot 10^{-4}x^2 - 5,70492 \cdot 10^{-7}x^3$	99,99
	Caulis	$\hat{Y}=0,16408 - 1,43786 \cdot 10^{-3}x + 4,65338 \cdot 10^{-5}x^2 - 3,00543 \cdot 10^{-7}x^3$	85,54

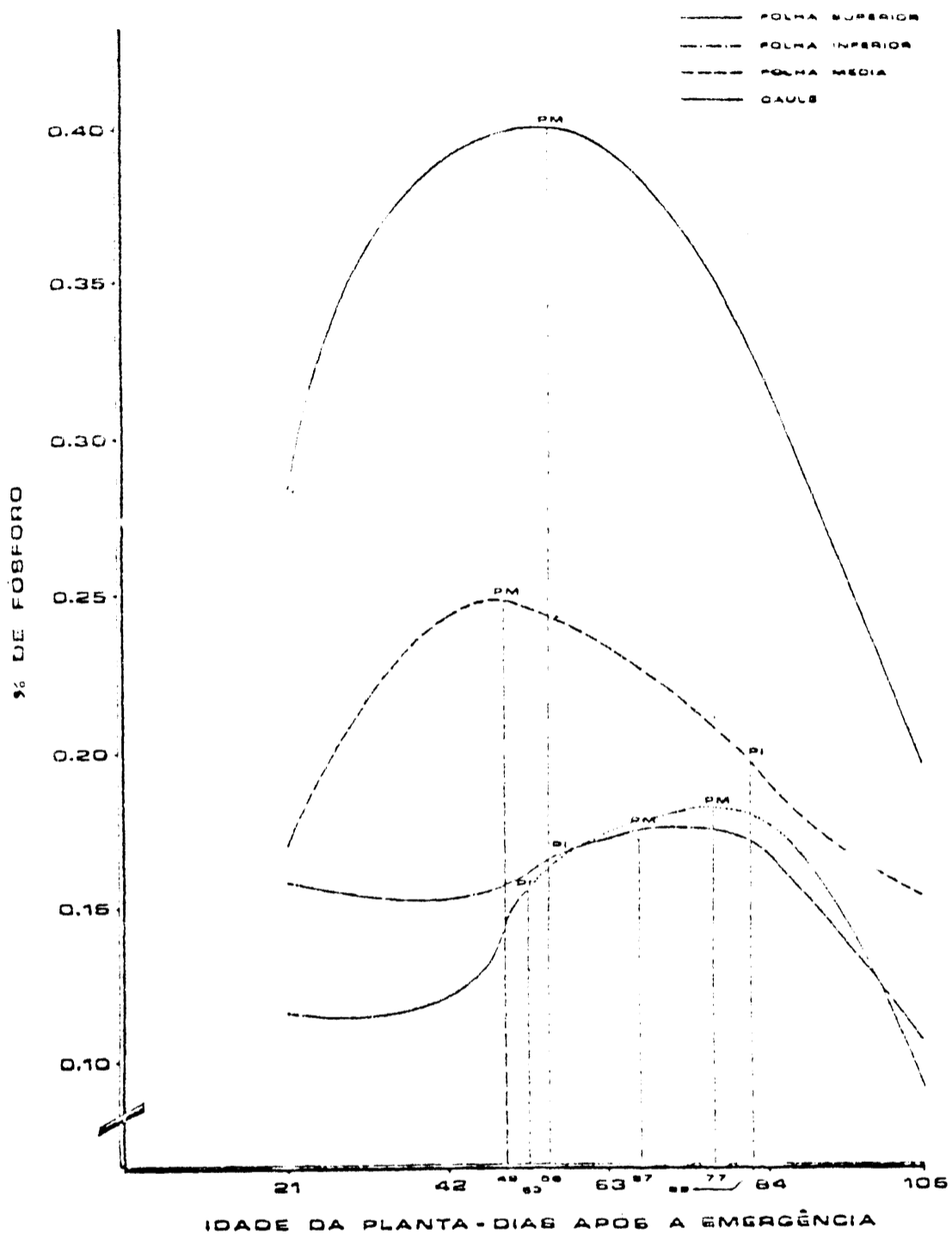


Figura 2 - Pontos de máximo e de inflexão das concentrações de fósforo nas partes da planta, em função da dose zero de fósforo e da idade da planta.

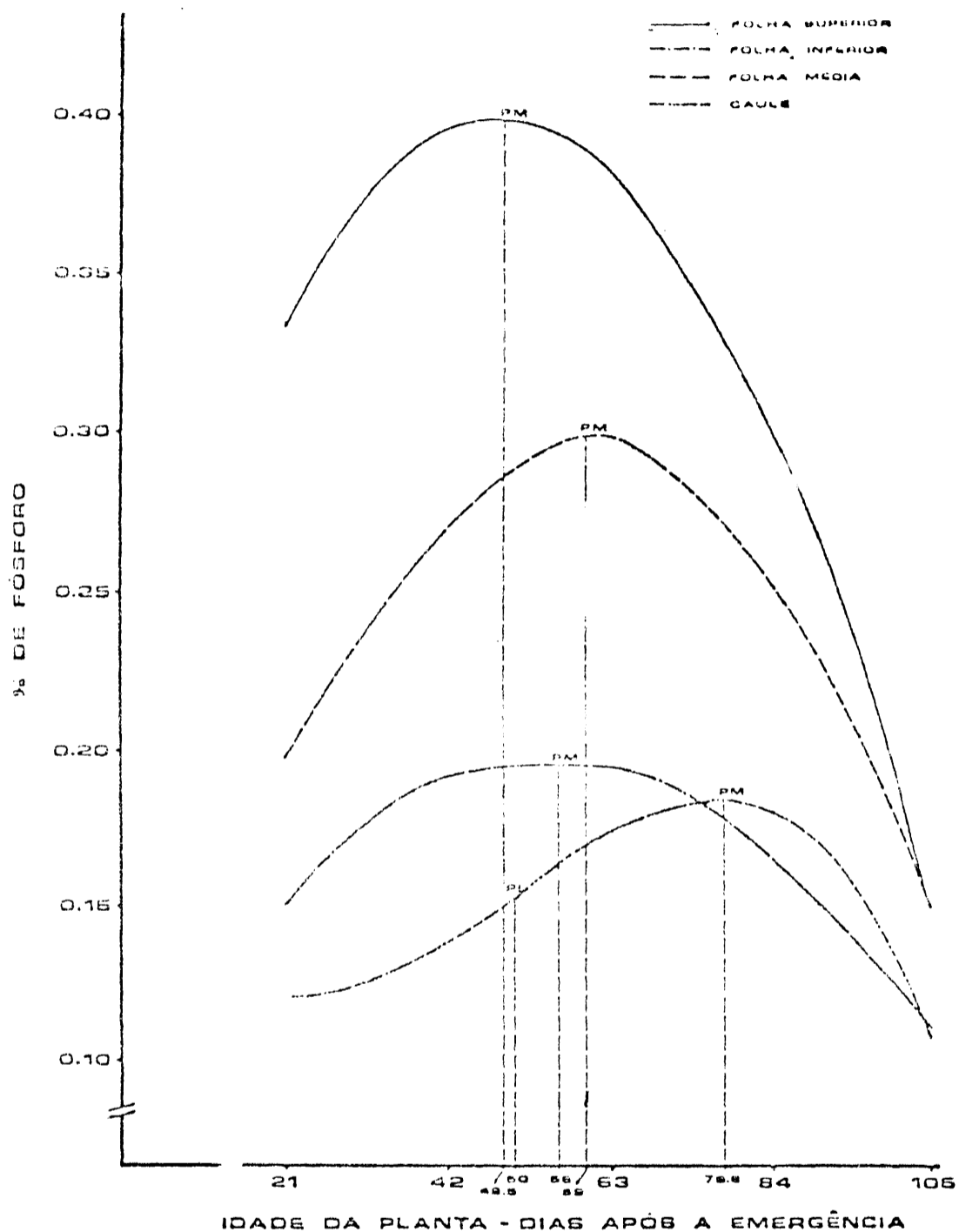


Figura 3 - Pontos de máxima e de inflexão das concentrações de fósforo nas partes da planta, em função da idade na dose de 60 kg de P_2O_5 /ha.

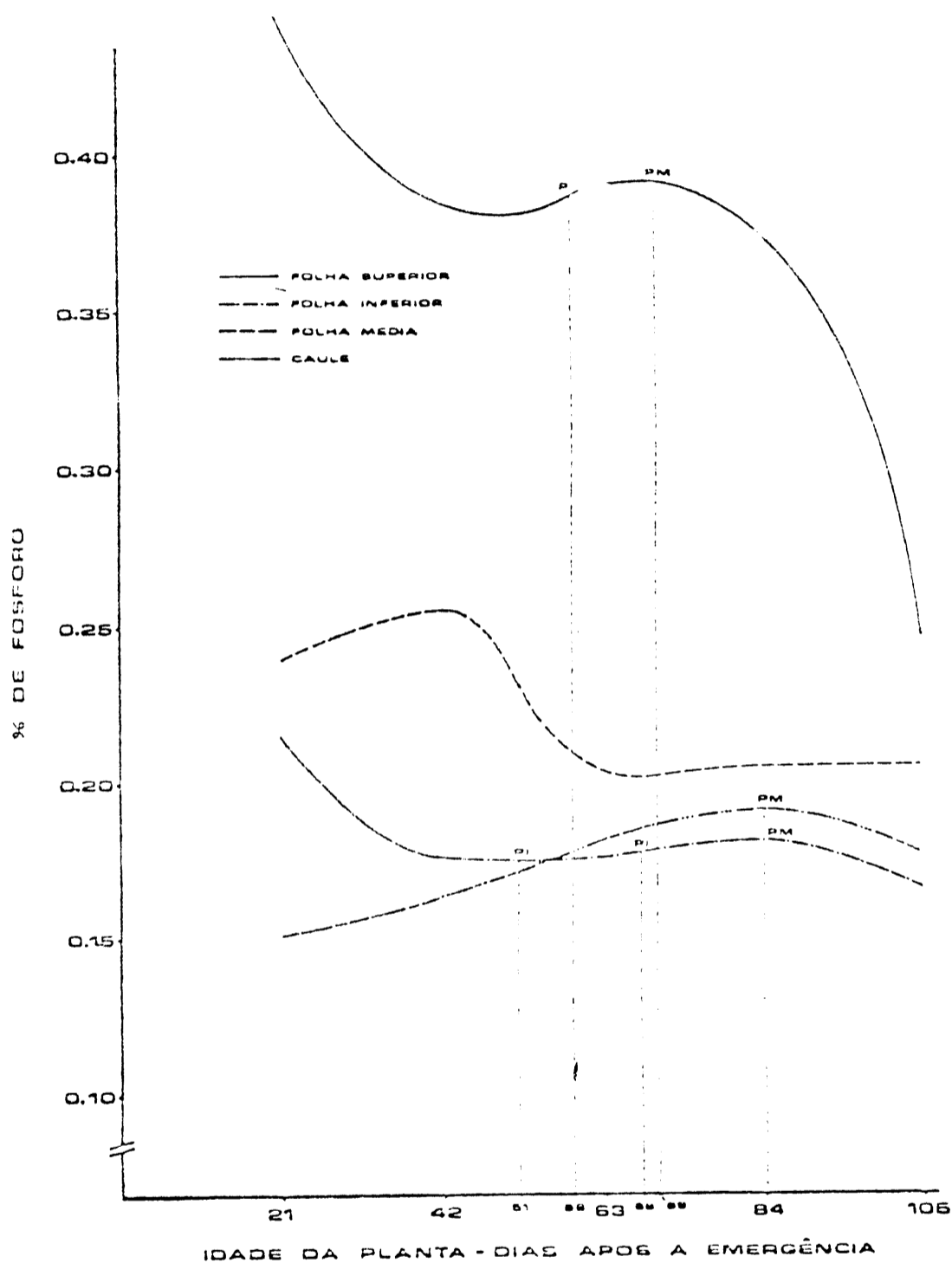


Figura 4 - Pontos de máxima e de inflexão das concentrações de fósforo nas partes da planta, em função da idade na dose de 120 kg de P_2O_5 /ha.

Tabela 8 - Pontos estimados de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de fósforo nas diferentes partes, em função da idade das plantas

kg/P ₂ O ₅ ha	Partes	Máxima		Mínimo		Inflexão	
		Idade* da planta	%P	Idade* da planta	%P	Idade* da planta	%P
0	F.superiores	55,18	0,40	-	-	-	-
	F. médias	49,77	0,24	114,14	0,14	81,95	0,19
	F.inferiores	67,55	0,15	42,69	0,15	55,12	0,15
	Caules	77,21	0,16	16,63	0,11	52,92	0,13
60	F.superiores	48,50	0,39	-	-	-	-
	F. médias	58,93	0,30	-	-	-	-
	F.inferiores	56,01	0,19	23,04	0,15	-	-
	Caules	24,16	0,18	24,16	0,12	50,40	0,15
120	F.superiores	68,99	0,39	48,80	0,38	57,89	0,39
	F. médias	-	-	-	-	-	-
	F.inferiores	84,34	0,18	-	-	68,04	0,18
	Caules	84,30	0,19	-	-	51,61	0,17

* Dias após a emergência

Pelas Figuras 2, 3 e 4, observa-se que as curvas de acúmulo de fósforo nas folhas superiores das plantas que receberam a dose zero de fósforo, e as que receberam 60 kg de P₂O₅/ha, foram semelhantes. As plantas que não receberam fósforo tinham, aos 21 dias, 0,30% de fósforo; enquanto as que receberam 60 kg de P₂O₅/ha, apresentaram 0,35%. O ponto de máxima concentração para as plantas que receberam 60 kg de P₂O₅/ha ocorreu aos 45 dias de idade com 0,40% de fósforo; enquanto as que não receberam fósforo, mostraram teor semelhante aos 55 dias de idade. Esta diferença de 7 dias, deve-se provavelmente à maior disponibilidade de fósforo no solo, fornecido pelo adubo. A partir deste período, a concentração de fósforo nas folhas superiores da planta decrescem até o final do

ciclo. A absorção do fósforo pelas folhas superiores das plantas que receberam 120 quilos de P_2O_5 , mostrou-se diferente das anteriores. Observa-se uma concentração de 0,45% de fósforo, aos 21 dias de idade, mostrando a absorção e transporte do fósforo para os tecidos meristemáticos em função da quantidade de fósforo aplicado ao solo, no período da emergência da planta até os 31 dias. Esse teor decresce para 0,37%, aos 42 dias, provavelmente por efeito da diluição. McALISTER & KROBER (1951) dizem que 92% do fósforo dos cotilédones é translocado para as plantas nos primeiros dias do seu crescimento. No presente trabalho, o fósforo proveniente dos cotilédones é acrescido por absorção do fósforo disponível no solo, através das raízes. ISLAN (1964) verificou que a aplicação de 20 kg de P_2O_5 na forma super fosfato triplo aumentava significativamente o teor de fósforo no tecido. HANWAY & WEBW (1971) verificaram em plantas adubadas com fósforo, que o teor do mesmo nas folhas, pecíolos e caules aumentava no início do crescimento (plantas com três folhas trifolioladas) e depois diminuía gradualmente até o fim do ciclo.

As folhas médias das plantas dos tratamentos sem aplicação de fósforo e 60 kg de P_2O_5 /ha, tiveram comportamento semelhante em termo de absorção de fósforo. As folhas médias de ambos os níveis de fósforo no solo, mostraram aumento de concentração a partir dos 21 dias de idade, chegando as folhas de plantas não tratadas, ao ponto máximo aos 49 dias de idade com um teor de fósforo de 0,24%; enquanto que as plantas que receberam 60 kg de P_2O_5 /ha, atingiram o ponto de máxima concentração aos 49 dias de idade com um teor de 0,30%. Isto se deve provavelmente a maior disponibilidade de fósforo no solo provocada pela adição de 60 kg de P_2O_5 /ha. A partir do ponto de máximo teor de fósforo decresce até o final do ciclo, da maneira mais acentuada para as folhas médias das plantas que receberam 60 kg de P_2O_5 /ha.

No caso das folhas médias de plantas que receberam 120 kg de P_2O_5 /ha, observa-se um comportamento contrário ao das folhas superiores. Conforme a Figura 4, vê-se que estes órgãos funcionam como armazenadores transitórios do fósforo absorvido. Ocorre um acréscimo no fósforo absorvido a partir dos 21 dias de idade, com concomitante decréscimo nas folhas superiores em igual período. Após esta idade (21 dias), esse

teor decresce na folha média coincidindo com um acréscimo de concentração nas folhas superiores. A Figura 4 também mostra que enquanto nas folhas superiores ocorre um decréscimo constante de fósforo a partir dos 69 dias de idade, as folhas médias aumentam e estabilizam sua concentração de fósforo até o fim do ciclo.

As folhas inferiores comportam-se diferentemente em termo de concentração de fósforo em função, das doses do elemento aplicado ao solo, como se observa nas Figuras 2, 3 e 4. Não é importante discutir maiores detalhes sobre a concentração de fósforo nas folhas inferiores, uma vez, que esses órgãos absorvem e translocam rapidamente o fósforo para as demais partes da planta.

As curvas de absorção de fósforo pelos caules (hastes) em função das três doses de fósforo aplicada ao solo, seguiram a mesma tendência em todo o ciclo da planta, Isto é, ocorre um leve acréscimo na concentração no período de 21 a 42 dias de idade da planta e a partir desse ponto, a concentração, aumenta, alcançando maiores acréscimos por volta dos 50 dias (ver pontos de inflexão), chegando ao ponto de máximo teor em torno de 80 dias, decrescendo até o fim do ciclo. Convém salientar que também nos caules (hastes) a concentração de fósforo acompanhou as doses de fósforo adicionadas ao solo. HANWAY & WEBER (1971) encontraram em plantas adubadas com fósforo, uma maior concentração do mesmo no estágio em que a planta continha três folhas trifolioladas bem desenvolvidas. A partir desse ponto, segundo os autores, o teor de fósforo decrescia até o final do ciclo. Entretanto, os resultados do trabalho aqui apresentados concordam com HANWAY & WEBER (1971) somente no período inicial do desenvolvimento da planta (42 dias de idade). A partir desse ponto os resultados mostram que a concentração de fósforo nos caules aumenta gradativamente até os 80 dias, decrescendo somente a partir desse ponto.

Concentração de potássio

As médias das concentrações de potássio, em função da idade da planta e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta, aparecem na Tabela 9.

Tabela 9 - Concentrações de potássio em função da idade da planta e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta (Média de três repetições)

kg de P ₂ O ₅ /ha	idade da planta*	Folha superior	Folha média	Folha inferior	Caule
0	21	2,12	1,83	1,76	1,74
	42	2,16	1,15	1,65	1,53
	63	2,04	1,74	1,23	1,69
	84	1,83	1,49	1,23	1,32
	105	1,33	1,20	1,05	1,72
60	21	2,33	1,83	1,73	1,86
	42	2,45	2,10	1,78	1,92
	63	2,04	1,90	1,58	1,86
	84	1,79	1,58	1,43	1,59
	105	1,31	1,44	1,11	0,96
120	21	2,24	2,01	1,91	2,09
	42	2,35	2,36	1,83	2,10
	63	2,18	2,02	1,63	2,01
	84	1,84	1,56	1,48	1,59
	105	1,52	1,10	1,46	1,21

* Dias após emergência.

A análise estatística dos resultados obtidos pode ser observada na Tabela 10.

Com os resultados obtidos foi elaborado uma análise de regressão da concentração de potássio nas folhas superiores, médias, inferiores e caules, em função da idade.

As equações representativas das concentrações de potássio aparecem na Tabela 11.

Tabela 10 - Análise da variância das concentrações de potássio em função da idade e doses de fósforo aplicadas, nas partes da planta de soja

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
(a) Épocas	4	16,42280	4,10570	55,6237**
(b) Tratamentos	2	1,64634	0,82317	11,1522**
(c) Partes	3	5,05643	1,68547	22,8347**
(a) x (b)	8	0,11621	0,01452	0,1968
(a) x (c)	12	1,41027	0,11752	1,5921
(b) x (c)	6	0,39199	0,06533	0,8851
Tratamentos	35	25,04398	0,43812	5,9357
Blocos	2	0,75645	0,37822	5,1241
Resíduo	142	5,55485	0,07381	-
Total	179	31,35529		

C.V.% = 15,81

Tabela 11 - Equações representativas e coeficientes de determinação das concentrações de potássio em função da idade, nas diversas partes da planta

Partes	Equações	R ²
F. superiores	$\hat{Y} = 2,08600 + 1,16296 \cdot 10^{-2}x - 1,74732 \cdot 10^{-4}x^2$	99,16
F. médias	$\hat{Y} = 0,74725 + 8,09706 \cdot 10^{-2}x - 1,37760 \cdot 10^{-3}x^2 + 6,21873 \cdot 10^{-6}x^3$	98,20
F. inferiores	$\hat{Y} = 1,99405 - 7,41238 \cdot 10^{-3}x$	96,67
Caules	$\hat{Y} = 1,61054 + 1,67922 \cdot 10^{-2}x - 2,16877 \cdot 10^{-4}x^2$	98,40

Calculou-se, também através das médias estimadas, os pontos de máxima, mínima e inflexão das concentrações de potássio em função da idade, nas diversas partes da planta, conforme mostra a Tabela 12.

As curvas representativas encontradas estão na Figura 5.

Tabela 12 - Pontos estimados de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de potássio, em função da idade da planta

	MÁXIMO		MÍNIMO		INFLEXÃO	
	Idade*	%K	Idade*	%K	Idade*	%K
	da planta		da planta		da planta	
F.superiores	33,27	2,27	-	-	-	-
F.médias	40,48	2,18	107,19	1,25	73,84	1,71
F.inferiores	-	-	-	-	-	-
Caules	38,71	1,93	-	-	-	-

* Dias após emergência.

Pela Figura 5, observa-se que as folhas superiores, médias e os caules aumentaram a concentração de potássio a partir de 21 dias de idade. Ela atingiu o ponto de máxima na faixa de 30 a 40 dias de idade da planta. E, a partir desse ponto, os teores de potássio decrescem até o fim do ciclo. HAMMOND *et alii* (1951) relatam que a absorção de nutrientes, inclusive o potássio, é rápida nos primeiros dias do crescimento, provocando uma alta concentração na planta, que decresce com a idade da mesma. Diz o autor que esse processo começa bem antes da translocação do nutriente para as sementes. As folhas do terço inferior mostraram maior concentração de potássio aos 21 dias de idade, decrescendo linearmente até o fim do ciclo. Os dados confirmam a alta mobilidade de potássio na planta. No presente trabalho, não se constatou o efei

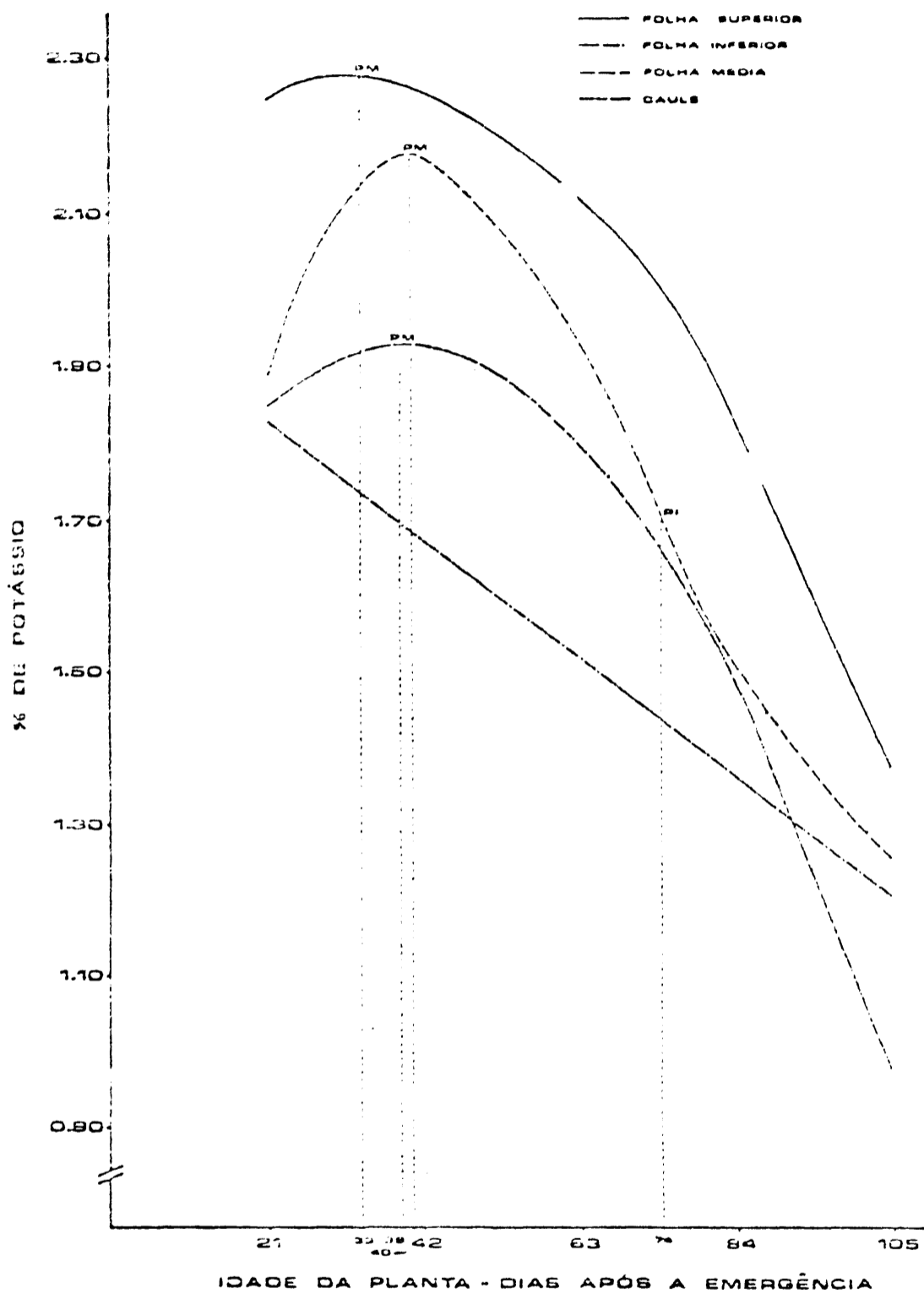


Figura 5 - Pontos de máxima e de inflexão das concentrações de potássio nas partes da planta em função da idade.

to das doses de potássio aplicados ao solo, provavelmente, devido a boa disponibilidade do elemento no solo (em torno de 110 ppm). Em solo com teor baixo de potássio disponível, HANWAY & WEBER (1971) verificaram que a adubação potássica provocou aumentos na concentração em todas as partes da planta e em todos os estádios de desenvolvimento.

Concentração de cálcio

As médias das concentrações de cálcio em função da idade da planta e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta, aparecem na Tabela 13.

Tabela 13 - Concentrações de cálcio em função da idade da planta e das doses de fósforo aplicadas nas partes da planta (Média de três repetições)

kg de P ₂ O ₅ /ha	Idade* da planta	% de cálcio			
		Folha superior	Folha média	Folha inferior	Caule
0	21	1,03	1,38	1,63	0,91
	42	0,94	1,17	1,79	0,85
	63	0,91	1,00	1,76	0,68
	84	0,99	1,20	1,50	0,70
	105	1,70	1,66	1,62	0,57
60	21	1,02	1,44	1,56	0,89
	42	0,94	1,23	1,96	0,77
	63	0,91	1,05	1,42	0,63
	84	1,06	0,88	1,40	0,53
	105	1,17	1,46	1,59	0,47
120	21	1,00	1,52	1,77	0,93
	42	0,89	1,26	1,57	0,88
	63	0,88	1,20	1,57	0,62
	84	1,06	1,08	1,35	1,73
	105	1,72	1,44	1,42	1,53

* Dias após emergência.

A análise estatística dos resultados pode ser observada na Tabela 14.

Os pontos de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de cálcio em função da idade, nas partes da planta foram estimadas através de regressão e aparecem na Tabela 15 e 16 bem como na Figura 6.

Tabela 14 - Análise da variância das concentrações de cálcio em função da idade e doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta de soja.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
(a) Épocas	4	1,86887	0,46721	26,1227**
(b) Tratamentos	2	0,22802	0,11431	6,3914**
(c) Partes	3	19,25538	6,41846	358,8648
(a) x (c)	8	0,27037	0,03379	1,8896
(a) x (b)	12	4,12554	0,34379	19,2202**
(b) x (c)	6	0,03013	0,00502	0,2808
Tratamentos	59	26,71964	0,45287	25,3208**
Blocos	2	0,22104	0,11052	6,1794**
Resíduo	118	2,11048	0,01788	-
Total	179			

$$C.V.\% = 11,39$$

A literatura não aponta muitos estudos feitos em relação a concentração de cálcio na soja cultivada em condições de campo. Esse fato, talvez, esteja associado à abundância de cálcio encontrado no solo, devido principalmente ao uso corrente da correção do mesmo com calcário. A maior concentração de cálcio foi encontrado nas folhas inferiores das plantas, que mostraram o seguinte comportamento em relação à concentração de cálcio. A partir dos 21 dias de idade, ocorreu um acréscimo na concentração até atingir o ponto de máxi

Tabela 15 - Pontos estimados de máxima, mínima e inflexão das concentrações de cálcio em função da idade nas partes da planta

	MÁXIMO		MÍNIMO		INFLEXÃO	
	Idade da Planta*	% Ca	Idade da Planta	% Ca	Idade da Planta	% Ca
F.superiores	10,34	1,03	58,90	0,89	34,62	0,96
F.médias	9,85	1,48	72,51	1,02	41,18	1,25
F.inferiores	38,30	1,87	89,14	1,37	63,72	1,62
Caules	-	-	-	-	-	-

* Dias após emergência

ma aos 38 dias com um teor de 1,87%. Depois desse período a concentração de cálcio começa a cair continuamente, provavelmente por efeito de diluição até os 84 dias de idade, quando então, torna a aumentar, talvez por diminuição do crescimento, até os 105 dias (época da última amostragem). As folhas médias apresentaram o ponto de máxima concentração de cálcio (1,48%) aos 9,85 dias de idade da planta. Após esse período, o teor de cálcio decresce até aos 84 dias de idade aumentando consideravelmente até aos 105 dias, provavelmente pela mesma razão apresentada anteriormente. As folhas superiores apresentaram concentrações de cálcio semelhantes até os 87 dias. O ponto de máxima concentração de cálcio nestas situou-se aos 10 dias de idade, com 1,03%. A partir desse ponto, esse teor começa a decrescer até 60 dias de idade sendo que após esse período a concentração chega a 1,53% aos 105 dias.

De todas as partes consideradas, os caules mostraram a menor concentração de cálcio em todos os ciclos da planta. A maior concentração apareceu aos 21 dias de idade, decrescendo continuamente até os 105 dias de idade da planta. HENDERSON & KAMPRATH (1970) verificaram, considerando a planta inteira, que maior acúmulo de cálcio nas partes vegetativas da planta, estava em torno de 110-120 dias o plantio. Os resultados apresentados concordam com os dos autores acima citados.

Tabela 16 - Equações representativas, e coeficientes de determinação da concentração de cálcio em função da idade e partes da planta

Partes	Equações	R %
F. superiores	$\hat{Y} = 1,01483 + 4,62199 \cdot 10^{-3}x - 2,62633 \cdot 10^{-4}x^2 + 2,52852 \cdot 10^{-6}x^3$	99,93
F. médias	$\hat{Y} = 1,44443 + 7,91224 \cdot 10^{-3}x - 4,55996 \cdot 10^{-4}x^2 + 3,69020 \cdot 10^{-6}x^3$	98,97
F. inferiores	$\hat{Y} = 0,59350 + 7,82420 \cdot 10^{-2}x - 1,46026 \cdot 10^{-3}x^2 + 7,3866 \cdot 10^{-6}x^3$	96,58
Caules	$\hat{Y} = 1,00240 - 4,55047 \cdot 10^{-3}x$	

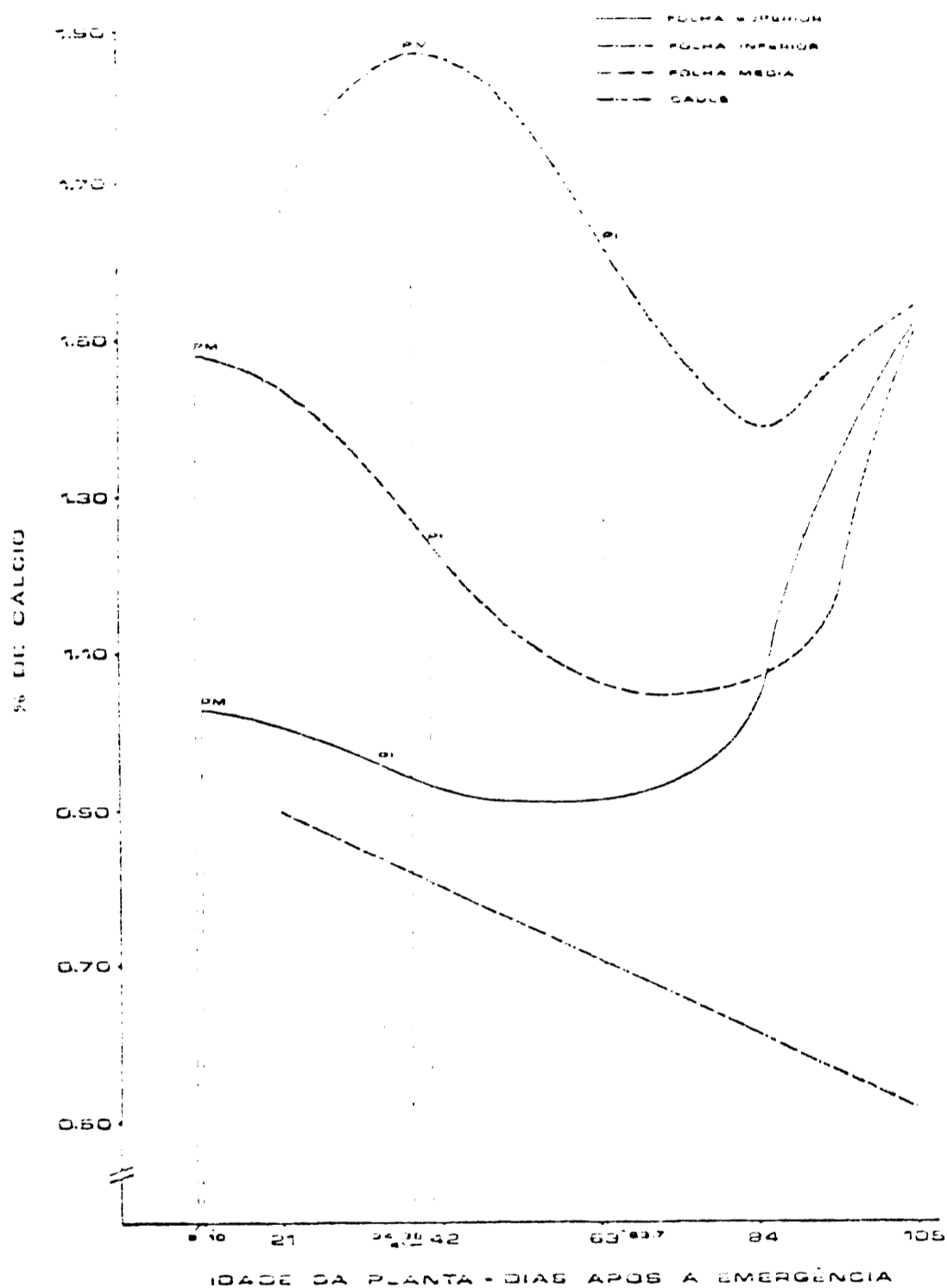


Figura 6 - Pontos de máxima e de inflexão das concentrações de cálcio nas partes da planta em função da idade.

Concentração de magnésio

As médias das concentrações de magnésio em função da idade da planta e doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta, aparecem na Tabela 17.

A análise estatística dos resultados obtidos aparece na Tabela 18.

Tabela 17 - Concentrações de magnésio em função da idade da planta e das doses de fósforo, nas partes da planta (média de três repetições)

kg de P ₂ O ₅ /ha	Idade* da planta	% magnésio			Caules
		Folhas inferiores	Folhas médias	Folhas superiores	
0	21	0,58	0,63	0,69	0,60
	42	0,56	0,62	0,81	0,58
	63	0,60	0,55	0,65	0,45
	84	0,47	0,44	0,47	0,48
	105	0,63	0,56	0,64	0,51
60	21	0,63	0,56	0,64	0,51
	42	0,56	0,62	0,66	0,55
	63	0,56	0,62	0,66	0,51
	84	0,43	0,36	0,42	0,40
	105	0,50	0,54	0,64	0,84
120	21	0,62	0,79	0,79	0,61
	42	0,53	0,64	0,77	0,51
	63	0,49	0,47	0,52	0,38
	84	0,48	0,40	0,41	0,38
	105	0,50	0,52	0,49	0,48

* Dias após emergência.

Tabela 18 - Análise da variância das concentrações de magnésio em função da idade, doses de fósforo aplicadas e partes da planta de soja

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
(a) Épocas	4	1,28021	0,32005	35,0662**
(b) Tratamentos	2	0,04404	0,02202	2,4129
(c) Partes	3	0,3980	0,13126	14,3820**
(a) x (b)	8	0,16332	0,02041	2,2368*
(a) x (c)	12	0,24325	0,02027	2,2209**
(b) x (c)	6	0,02037	0,00339	0,3719
Tratamentos	35	2,14500	0,00339	4,1269**
Blocos	2	0,08942	0,04471	4,8989**
Resíduos	142	0,77394	0,00912	-
Total	179	3,00873		

C.V.% = 16,93

Os pontos de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de magnésio em função da idade, nas partes da planta, foram estimadas através de regressão e aparecem nas Tabelas 19 e 20, bem como nas Figuras 7, 8 e 9.

As equações representativas das concentrações de magnésio aparecem na Tabela 20.

De acordo com as Figuras 7, 8 e 9, as folhas inferiores dos três tratamentos com fósforo apresentaram o ponto de máxima concentração entre os 28 e 37 dias de idade da planta (dias após a emergência) com um teor de magnésio de 0,81 a 0,85%. A maior dose de fósforo aplicada, antecipou o ponto de máxima concentração de magnésio nesse tipo de folha em 9 dias. Nota-se que as plantas que receberam 120 kg P₂O₅/ha continham maior concentração de magnésio na folha inferior no período inicial, havendo uma inversão nessa relação no final do ciclo da planta. WEBB *et alii* (1954) fizeram uma investigação

Tabela 19 - Pontos estimados de máxima, mínima e inflexão das concentrações de magnésio, em função da idade e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta

kg/P ₂ O ₅ ha	Partes	MÁXIMO		MÍNIMO		INFLEXÃO	
		Idade da Planta*	%Mg	Idade da Planta	%Mg	Idade da Planta	%Mg
0	F.superiores	-	-	-	-	-	-
	F.médias	32,25	0,65	85,45	0,45	58,90	0,55
	F.inferiores	37,02	0,82	87,17	0,47	62,10	0,65
	Caules	19,71	0,60	83,19	0,45	51,45	0,52
60	F.superiores	9,80	0,68	88,97	0,46	49,39	0,57
	F.médias	31,46	0,70	87,06	0,41	59,26	0,56
	F.inferiores	35,28	0,85	86,75	0,44	61,01	0,64
	Caules	16,09	0,63	86,86	0,42	51,47	0,53
120	F.superiores	-	-	-	-	-	-
	F.médias	6,76	0,83	83,25	0,40	45,01	0,61
	F.inferiores	28,24	0,81	88,84	0,38	51,54	0,60
	Caules	-	-	79,33	0,37	38,99	0,52

* Dias após emergência.

para verificar o efeito do magnésio no crescimento, na absorção e translocação do fósforo e no conteúdo de cátions em plantas de soja. Verificaram os autores que a omissão do magnésio da solução nutritiva não retardou a absorção de fósforo, mas deu um efeito significativo no movimento e na localização do fósforo na planta. Assim considerando, no presente trabalho, pode-se dizer que houve um efeito recíproco. TEWARI & MANDAL (1972) encontraram uma correlação positiva entre o conteúdo de fósforo e magnésio nas sementes, e entre a concentração de fósforo nas folhas e caules com os teores de magnésio encontrados na planta nos períodos anteriores à maturação. Ainda no que concerne às folhas do terço inferior, ve-

Tabela 20 - Equações representativas e coeficientes de determinação das concentrações de magnésio em função da idade e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta

kg/P ₂ O ₅ ha	Partes	Equações	R ² %
0	F. superior	$\hat{Y}=0,33939+1,79002 \cdot 10^{-2}x-3,65427 \cdot 10^{-4}x^2+2,09930 \cdot 10^{-6}x^3$	55,16
	F.médias	$\hat{Y}=0,34812+2,18896 \cdot 10^{-2}x-4,66383 \cdot 10^{-4}x^2+2,63920 \cdot 10^{-6}x^3$	96,27
	F.inferior	$\hat{Y}=3,68000 \cdot 10^{-2}+5,43176 \cdot 10^{-2}-1,04507 \cdot 10^{-3}x^2+5,60954 \cdot 10^{-6}x^3$	99,68
	Caules	$\hat{Y}=0,55168+5,90170x-1,85309 \cdot 10^{-3}x^2+1,20037 \cdot 10^{-6}x^3$	87,90
60	F. superior	$\hat{Y}=0,674554+2,5555 \cdot 10^{-3}x-1,33333 \cdot 10^{-4}x^2+8,99830 \cdot 10^{-7}x^3$	89,74
	F.médias	$\hat{Y}=0,32415+2,73568 \cdot 10^{-2}x-5,91796 \cdot 10^{-4}x^2+3,32847 \cdot 10^{-6}x^3$	75,38
	F.inferior	$\hat{Y}=1,24599 \cdot 10^{-2}+5,50978 \cdot 10^{-2}x-1,09836 \cdot 10^{-3}x^2+6,00007 \cdot 10^{-6}x^3$	97,18
	Caules	$\hat{Y}=0,59708+4,91077 \cdot 10^{-3}x-1,80790 \cdot 10^{-4}x^2+1,17067 \cdot 15^{-6}x^3$	93,25
120	F. superior	$\hat{Y}=0,73713-6,44653 \cdot 10^{-3}x +4,04599 \cdot 10^{-5}x^2$	99,95
	F.médias	$\hat{Y}=0,81906+3,24603 \cdot 10^{-3}x -2,59297 \cdot 10^{-4}x^2+1,92023 \cdot 10^{-6}x^3$	99,95
	F.inferior	$\hat{Y}=0,44949+2,88969 \cdot 10^{-2}x^2-6,74182 \cdot 10^{-4}x^2+3,83867 \cdot 10^{-6}x^3$	98,77
	Caules	$\hat{Y}=0,67661-3,75396 \cdot 10^{-4}x -1,36848 \cdot 10^{-4}x^2+1,16978 \cdot 10^{-6}x^3$	98,73

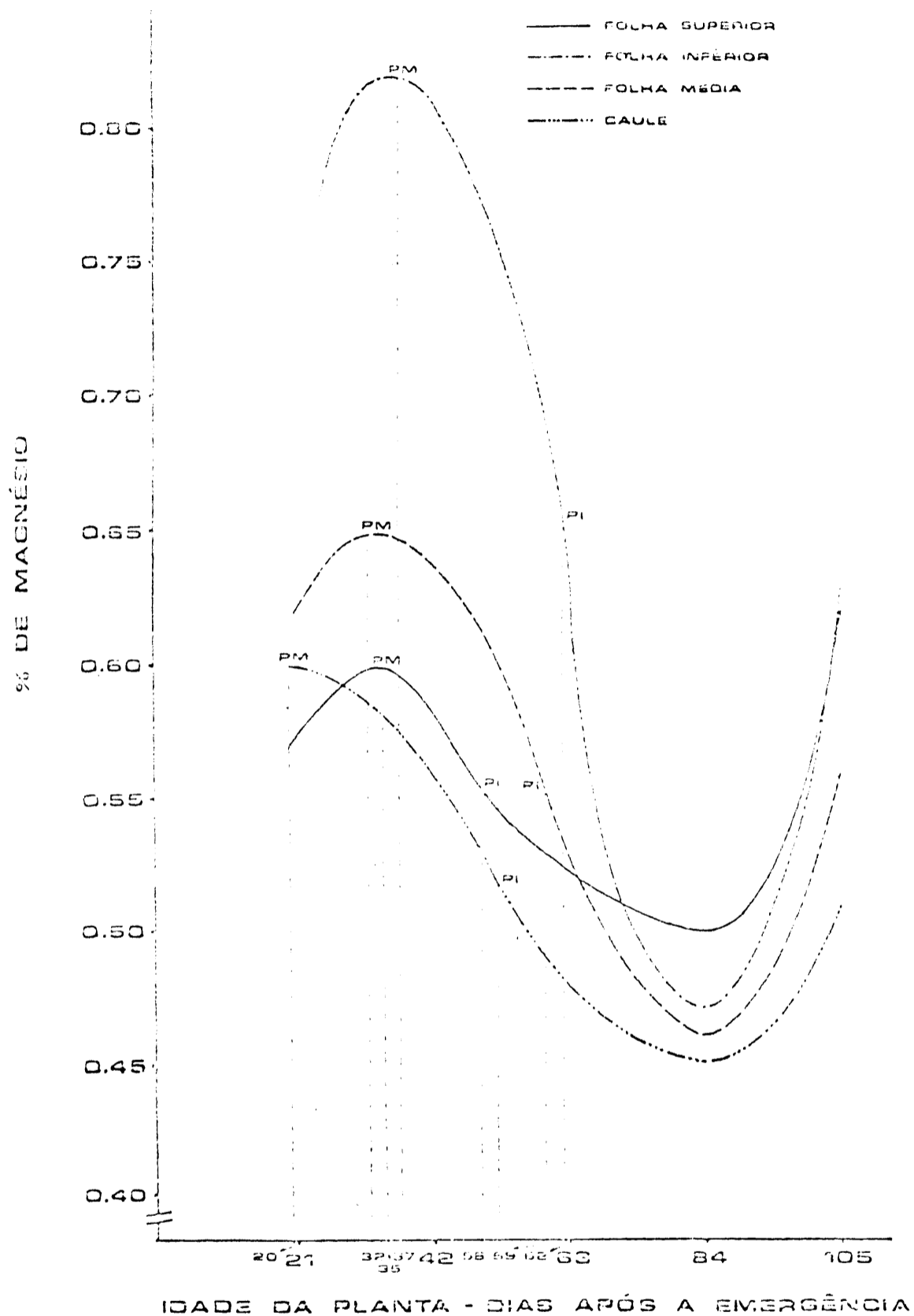


Figura 7 - Pontos de máxíma e de inflexão das concentrações de magnésio nas partes da planta em função da idade na dose zero de fósforo.

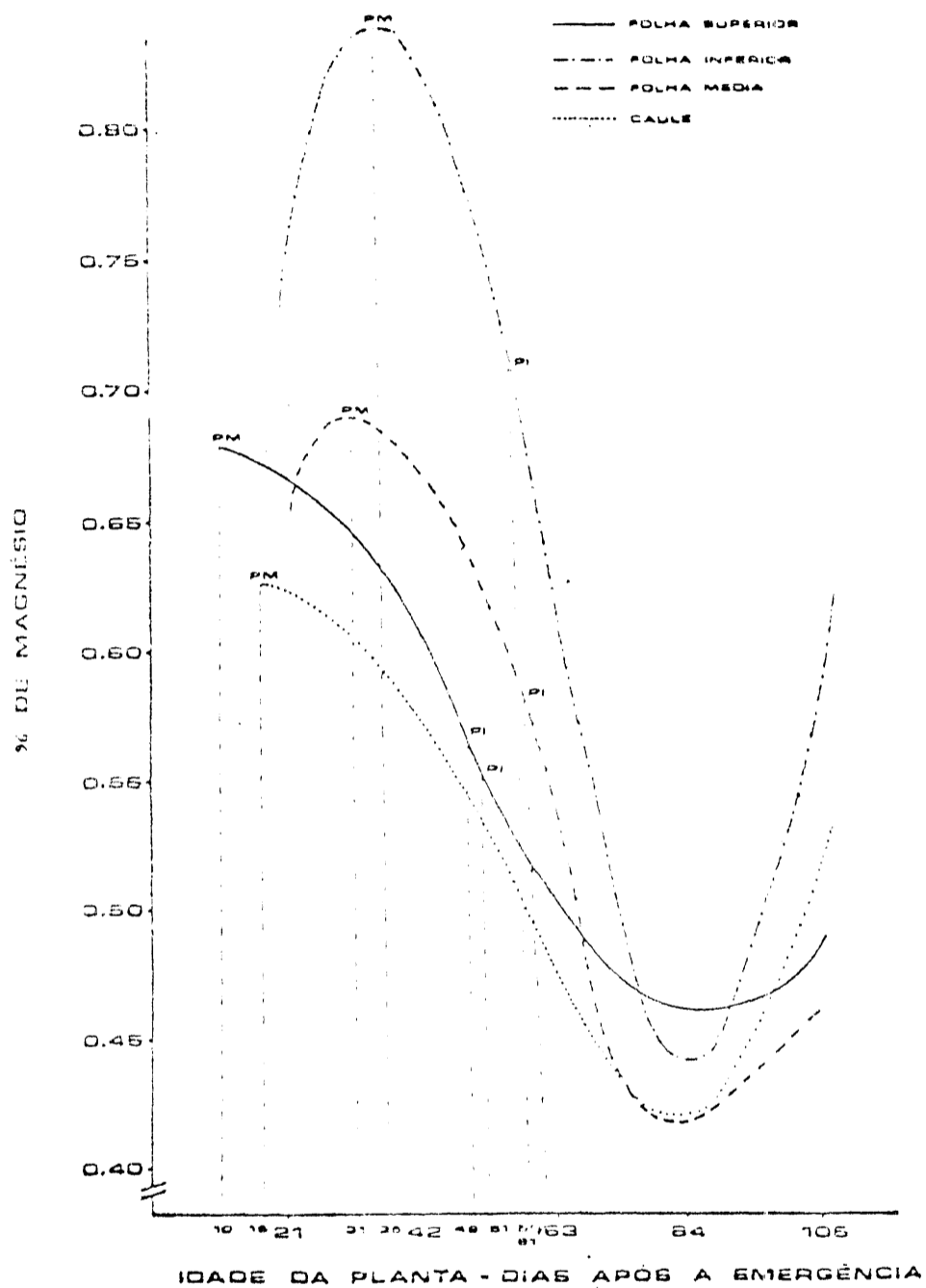


Figura 8 - Pontos de máxima e de inflexão das concentrações de magnésio nas partes da planta em função da idade na dose de 60 kg de P_2O_5 /ha.

rifica-se que os teores de magnésio depois de atingirem os pontos de máxima concentração, independentemente da dose de fósforo aplicada, decresceram a um teor em torno de 0,4% aos 84 dias de idade da planta. A partir desse ponto a concentração de magnésio aumenta novamente até os 105 dias de idade. Supõe-se que o magnésio no período de decréscimo na concentração, tenha sido translocado para as vagens em formação porque Weeb, citado por OHLROGGE (1960), relata que os maiores teores de magnésio foram encontrados nas vagens e raízes por ocasião da formação de vagens. Ao que parece, a planta recomeça a acumular magnésio a partir dos 84 dias de idade da planta.

As folhas médias sofreram influência das doses de fósforo aplicadas ao solo, nos seus pontos de máxima concentração do magnésio, como se observa nas Figuras 8 e 9. É importante notar o comportamento do magnésio nesse tipo de órgão quando submetido a dose de 120 kg de P_2O_5 por hectare, como se vê na Figura 9. Neste caso a concentração de magnésio atingiu o ponto de máxima, dos 6,76 dias de idade, com um teor de 0,83% suplantando o teor apresentado pela folha inferior. Enquanto as doses 0 (zero) e 60 kg de P_2O_5 , provocaram o ponto de máxima concentração aos 31 e 32 dias, com teores de 0,65 e 0,70% respectivamente. A dose de 120 kg de P_2O_5 , como já foi discutido, antecipou o período de máxima concentração com um teor de magnésio (0,83%) superior aos demais. Presume-se que as plantas desenvolvendo-se em solo bem suprido de fósforo, a absorção de magnésio seja a tal ponto intensa que as folhas médias, como as folhas inferiores, tornam-se armazenadoras de magnésio na planta. Não foi encontrado na literatura consultada o suporte científico para explicar o fenômeno acima discutido.

A partir dos pontos de máxima concentração, independentemente das doses de fósforo aplicadas, os teores de magnésio decrescem continuamente até os 84 dias de idade da planta, comportamento idêntico aos das folhas inferiores. Após esse período os teores aumentam até os 105 dias de idade da planta.

As folhas superiores da planta e os caules foram os órgãos que apresentaram as menores concentrações de magnésio.

O comportamento foi semelhante, independentemente das doses de fósforo aplicadas. As folhas superiores tiveram o ponto de máxima concentração em torno dos 9 aos 20 dias de idade, sendo que após esse período, ocorreu um decréscimo na concentração até os 84 dias, a partir do qual os teores aumentaram até os 105 dias de idade da planta. Cumpre salientar que os 84 dias após a emergência das plantas coincida perfeitamente com o ponto de menor concentração de magnésio em todos os tipos de partes estudadas. No que diz respeito ao aumento na concentração de magnésio após 84 dias, período de enchimento do grão, HENDERSON & KANPRATH (1970), verificaram que o nitrogênio e magnésio continuaram a acumular-se na planta depois da formação de vagens.

Concentração de enxofre

As médias das concentrações de enxofre em função da idade da planta, doses de fósforo aplicadas ao solo e partes da planta, estão apresentadas na Tabela 21.

A análise estatística dos resultados obtidos pode ser observada na Tabela 22.

Os pontos de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de enxofre em função da idade, nas partes da planta, foram estimados através da regressão e aparecem nas Tabelas 23 e 24, bem como na Figura 10.

Os pontos de máxima, mínima e de inflexão das concentrações de enxofre em função da idade, das partes da planta, foram estimadas através de regressão e aparecem nas Tabelas 23 e 24, bem como na Figura 10.

Os resultados das concentrações de enxofre em função da idade e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas diversas partes da planta, submetidas a análise de regressão, mostraram os seguintes pontos estimados de máxima, mínima e inflexão de acordo com a Tabela 25.

A concentração de enxofre nas folhas superiores e médias, de acordo com a Figura 10, teve o mesmo comportamento no decorrer do ciclo da planta, ou seja, ocorrendo em decrés

Tabela 21 - Concentrações de enxofre em função da idade e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta (média de três repetições).

kg de P ₂ O ₅ /ha	Idade* da planta	% de S			
		Folhas superiores	Folhas médias	Folhas inferiores	Caules
0	21	0,23	0,23	0,23	0,17
	42	0,21	0,15	0,14	0,16
	63	0,19	0,17	0,14	0,18
	84	0,14	0,14	0,10	0,22
	105	0,17	0,13	0,13	0,21
60	21	0,22	0,16	0,12	0,17
	42	0,17	0,15	0,11	0,12
	63	0,22	0,19	0,16	0,18
	84	0,16	0,14	0,14	0,23
	105	0,15	0,12	0,15	0,22
120	21	0,13	0,16	0,08	0,14
	42	0,27	0,18	0,12	0,15
	63	0,27	0,18	0,12	0,15
	84	0,13	0,11	0,14	0,23
	105	0,19	0,16	0,12	0,31

* Dias após a emergência.

cimo constante das concentrações com a idade da mesma. As concentrações que eram de 0,20 e 0,21 de enxofre aos 21 dias de idade decresceram continuamente para 0,14 e 0,16% aos 105 dias de idade. As concentrações de enxofre nas folhas inferiores decresceram dos 21 até os 42 dias de idade da planta por efeito de diluição. Após uma estabilização da concentração no período 42 a 63 dias, a absorção aumenta a partir dos 72 dias, alcançando a concentração máxima aos 92 dias de idade diminuindo até os 105 dias.

Quanto aos caules (principal + ramo laterais) apresen-

Tabela 22 - Análise da variância das concentrações de enxofre em função, da idade e doses de fósforo aplicadas, nas partes da planta da soja.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.
(a) Época	4	0,05987	0,01496	3,6579*
(b) Tratamento	2	0,00065	0,00032	0,0799
(c) Partes	3	0,09398	0,03132	7,6560**
(a) x (b)	8	0,03199	0,00399	0,9773
(a) x (c)	12	0,13528	0,01127	2,7549**
(b) x (c)	6	0,00334	0,00055	0,1364
Tratamentos	35	0,32514	0,00629	1,5387*
Blocos	2	0,01284	0,00642	1,5698
Resíduo	142	0,30130	0,00409	1,5698
Total	179	0,63929		

C.V. % = 36,77

taram um decréscimo na concentração (0,18%) dos 21 dias até os 42 dias de idade (0,14%), provavelmente por efeito de diluição. A partir desse ponto a concentração de enxofre aumenta até os 108 dias de idade, onde atinge o ponto de máxima. Este comportamento indica que a absorção é contínua até quase o fim do ciclo da planta. MASCARENHAS (1972) verificou que a absorção total de enxofre é crescente até os 120 dias de idade, e desse período em diante o índice de absorção diminui.

CONCLUSÕES

- A dose de 120 kg de P_2O_5 , por hectare, aumentou as concentrações de fósforo e potássio nas folhas superiores;

Tabela 24 - Equações representativas e coeficientes de determinação das concentrações de enxofre em função da idade e partes da planta

Partes	Equações	R ² %
F. superior	$\hat{Y}=0,21050+5,84807 \cdot 10^{-4} x-2,22465 \cdot 10^{-5} x^2+1,19677 \cdot 10^{-7} x^3$	32,73
F. média	$\hat{Y}=0,24919-2,68378 \cdot 10^{-3} x+0,27000 \cdot 10^{-5} x^2-1,11579 \cdot 10^{-7} x^3$	71,40
F. inferior	$\hat{Y}=0,32348-9,55453 \cdot 10^{-3} x+1,43189 \cdot 10^{-4} x^2-6,59576 \cdot 10^{-7} x^3$	71,15
Caulés	$\hat{Y}=0,34270-1,10578 \cdot 10^{-2} x+1,84774 \cdot 10^{-4} x^2-8,20645 \cdot 10^{-7} x^3$	99,99

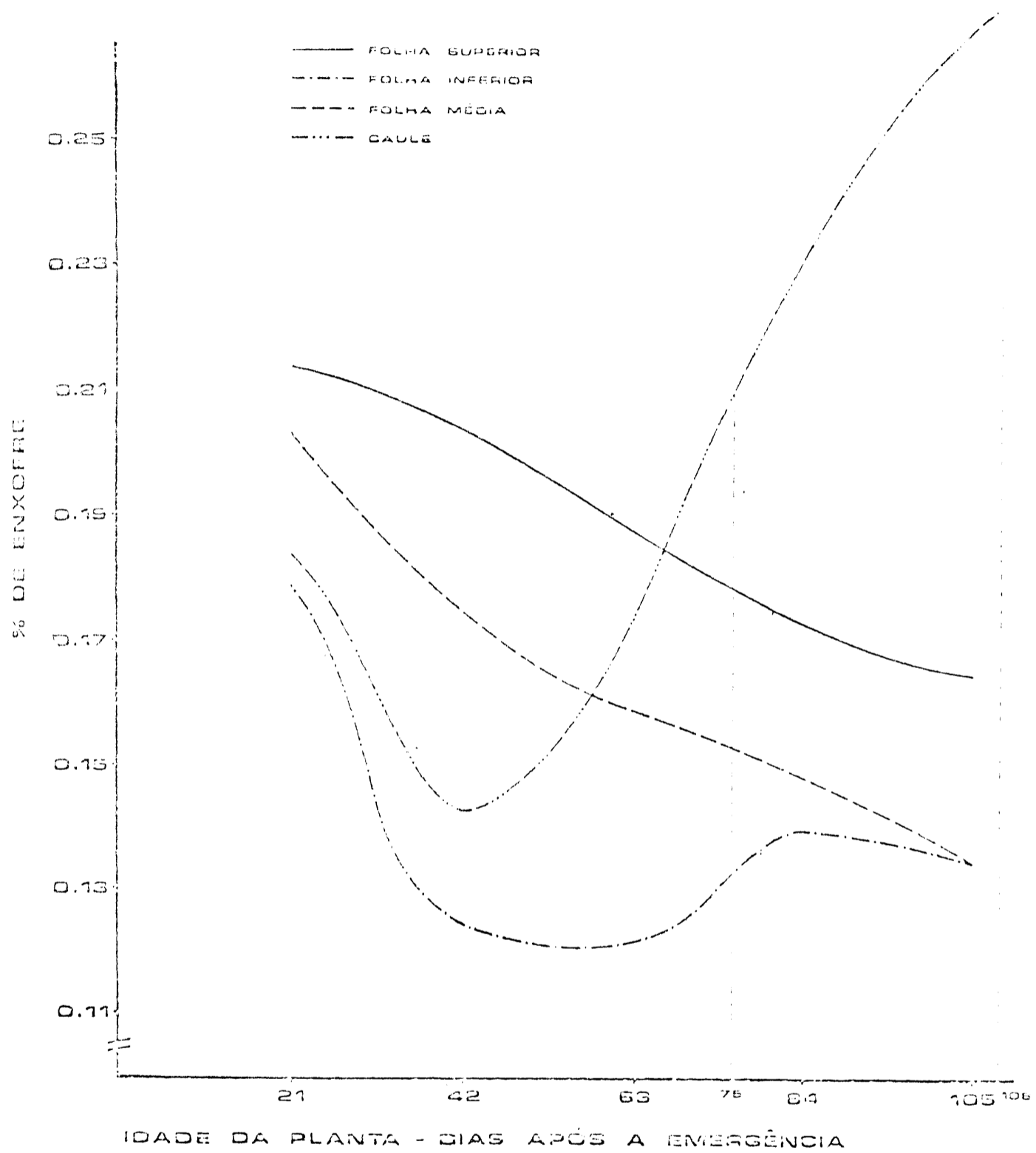


Figura 10 - Concentrações de enxofre nas partes da planta em função da idade.

Tabela 25 - Pontos estimados de máxima, mínima e inflexão das concentrações de enxofre, em função da idade e das doses de fósforo aplicadas ao solo, nas partes da planta.

<u>Partes</u>	Idade da planta*	%S	Idade da planta	%S	Idad. P.	%S
F. sup.						
F. méd.						
F. inf.						
Caules	108,83	0,27	41,26	0,14	75,05	0,20

* Dias após a emergência.

- as maiores concentrações de cálcio e magnésio localizaram-se nas folhas inferiores;

- as maiores concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre foram encontradas nas folhas superiores;

- as variações nas concentrações de fósforo e magnésio com a idade das plantas, foram afetadas pelas doses de fósforo aplicadas ao solo.

SUMMARY

CONCENTRATION OF MACRONUTRIENTS IN SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Merrill) AS A FUNCTION OF AGE, APPLICATION OF PHOSPHORUS AND OF THE PARTS OF THE PLANT.

This study was conducted with the objective of determining the concentration of macronutrients in the plant as function of fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium.

A 3³ factorial experiment with three replications was performed. The experimental area was located at Piracicaba (ESALQ), the soil belonging to the Guamium series. IAC-2, an indeterminate soybean cultivar, was used. N, P and K were applied in the rows at the levels of 0, 20 and 40 kg/ha (N), 0, 60 and 120 kg/ha (P₂O₅), and 0, 30 and 60 kg/ha (K₂O). Plant samples were taken at 21-day intervals at emergence and continuing until partial fall of the leaves (105 days after emergence). The several plant parts were analysed for macro-nutrients (N, P, K, Ca, Mg and S).

The following conclusions were reached: during the period of greatest efficiency of the crop, the level of 40 kg/ha of nitrogen increased the nitrogen concentration in the upper leaves. The level of 120 kg/ha of P₂O₅ increased the concentration of phosphorus and potassium in the upper leaves. The highest concentration of calcium and magnesium were found in the lower leaves, while the highest concentrations of sulphur were found in the upper leaves, independent of the levels of N, P and K applied to the soil.

LITERATURA CITADA

- GOEPFERT, C.F., 1971. Importância do fósforo na nodulação e no rendimento da soja (*Glycine max* (L) Merrill, Agronomia
- GOEPFERT, C.F.; FREIRE, J.R.J., 1972. Experimento sobre o efeito da calagem e do fósforo em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Agronomia Sulriograndense 8 (2): 181-186.
- HAMMOND, L.C.; BLACK, C.A.; NORMAN, A.G., 1961. Nutrient uptake by soybean on two Iowa soils. Iowa Agric. Expt. Sta. Res. Bull. 384: 463-512.
- HANWAY, J.; THOMPSON, H.E., 1971. How a soybean plant develops. Special report 53, Iowa State University.
- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971. Accumulation of N, P, and K by soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants. Agronomy Jour. 63: 406-408.

- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971. N, P and K percentages in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plant parts. *Agronomy Jour.* 63: 286-290.
- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971a. Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P and K fertilization. *Agron. Jour.* 63: 263-266.
- HANWAY, J.J.; WEBER, C.R., 1971. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. *Agron. Jour.* 63: 277-230.
- HENDERSON, J.B.; KAMPRATH, E.J., 1970. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. N.C. Agr. Sta. Tech. Bull. n^o 197.
- HOWELL, R.W., 1954. Phosphorus nutrition of soybeans. *Plant. Physiol.* 29: 477-483.
- ISLAN, A., 1964. The yield and chemical composition of soybean as affected by three levels of complementary nutrients as associated with five levels of phosphorus. *Soils and Fertilizers* 1966 (29).
- KAMPRATH, E.J.; MILLER, E.V. 1958. Soybean yields as a function of the Soil phosphorus level. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.* 22: 317-219.
- LIMA, L.A. de P.; VIEIRA, C.; SEDIYMA, T.; SEDIYAMA, C S. 1974. Resposta diferencial de quatro variedades de soja e adubação fosfatada e potássica em três localidades do Estado de Minas Gerais. *Experimentiae* 17(4): 63-83.
- MASCARENHAS, H.A.A., 1972. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos na soja, durante o seu ciclo vegetativo. Piracicaba, ESALQ/USP, 100 p. (Tese de Doutorado).
- McLISTER, D.F.; KROBER, O.A., 1951. Translocation of food reserves from soybean cotyledons and their influence on the development of the plant. *Plant Physiol.* 26: 525-528.

- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A., 1964. Ensaio de adubação da soja e do feijoeiro em solo arenito Botucatu, com vegetação de cerrado. *Bragantia* 23(5): 45-54.
- MIYASAKA, S.; ALENCAR, C.; FREIRE, E.S., 1966. Resposta da soja para N, P, K, S e micronutrientes em solos pobres de Itararé (São Paulo). *Bragantia* 25: XXIX-XXXIII.
- OHLROGGE, A.J., 1960. Mineral nutrition of soybeans. *Advances in Agronomy* 12: 229-263.
- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINHO, T., 1966. Carta de solos do município de Piracicaba, Piracicaba, Centro de Estudo de Solos, 85 p.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P., 1974. *Análises químicas em plantas*, Piracicaba, ESALQ/USP, 55 p.
- TEWARI, S.N.; MANDAL, S.C., 1972. Effect of calcium and magnesium on Mg - P relationship in soybean plant. *Soils and Fertilizer* (36): 11.
- VIDOR, C.; FREIRE, J.R.; GONÇALVES, H.M.; GOMES, J.E.; GUTERRES, J.P.; GONÇALVES, J., 1973. Análise de um grupo de experimentos de adubação com fósforo, potássio e calcáreo em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agronomia Sulriograndense* 9(1): 33-39.
- WEBB, J.R.; OHLROGGE, A.J.; BARBER, S.A., 1954. The effect of magnesium upon the growth and the phosphorus content of soybean plant. *Soil. Sci. Amer. Proc.* 18: 458-462.
- WELCH, C.D.; HALL, N.S.; NELSON, W.L., 1949. Utilization of fertilizer and soil phosphorus by soybeans. *Soil. Sci. Amer. Proc.* 14: 231-235.