

HIPÓLITO ASSUNÇÃO ANTÔNIO MASCARENHAS

Engenheiro Agrônomo

Instituto Agronômico-Campinas

Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA, ABSORÇÃO
E DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS NA SOJA,
DURANTE O SEU CICLO VEGETATIVO.

ORIENTADOR: Professor Dr. Renato Amílcare Catani

Tese apresentada à Escola Superior de Agri-
cultura "Luiz de Queiroz" para obtenção do
título de Doutor em Agronomia.

PIRACICABA

ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

1972

ERRATA

<u>PÁGINA</u>	<u>PARÁGRAFO</u>	<u>LINHA</u>	<u>ONDE SE LÊ</u>	<u>LER</u>
1	2	5	à propósito	à propósito,
2		1	REVISÃO DE	REVISÃO DA
2	1	5	LAEBSSHER	LAEBSSCHER
4	2	3	peculiaridades	peculiaridades
5	2	10	começam	começaram
6	4	4	135 ppm,	135 ppm
7	1	14	entre 0,25 a 0,48%	entre 0,25 a 0,45%
8	2	10	foram;	foram:
9	2	1	observação	observações
10	2	1	de vagens	das vagens
10	2	5	e plantas	e de plantas
10	2	7	colhidas de 110 dias	colhidas 110 dias
12	1	5	por tanto	portanto
13	1	4	folhas, o segundo	folhas e o segundo
13	3	9	de vagem	das vagens
14	2	10	soja, isto é	soja, isto é,
16	1	4	VETORRI	VETORRI
17	Quadro 2	21	folhas de planta	folhas da planta
23	1	11	foram 2,5 e 1,00%	foram 3,5 e 1,00%
23	2	2	devida	devido
34	3	7	2,20 a 3,30	2,20 a 3,30%
48	6	9	na figura	nas figuras
49	1	5	planta	planta,
49	2	9	1 parte vegetativa	, na parte vegetativa,
51	7	3	após o qual	após os quais
56	1	2	60 dias e após	60 dias, após os quais
66	1	6	sementes não	sementes, não
73	4	10	dos 120 aos 140 dias	dos 120 aos 140 dias na parte vegetativa (fig. 31)
74	4	4	maturação nas	maturação, nas
81	7	4	para as vagens e se- mentes	, para as vagens e se- mentes,
84	2	5-6	figura 24, 30 e 32.	figuras 24, 30 e 32.
84	2	8-9	figura 16	figura 26
84	3	2	dos acúmulos	que os acúmulos
84	4	12	molibdênio	molibdênio,
87	c	2	80 dias	80 dias,
88	g	3	enxofre	enxofre,
89	4	2	sementes bem	sementes, bem
90	1	7	e, magnésio	e, de magnésio
90	2	7	vegetativas as	vegetativas às
91	2	5	0,60	0.60
91	2	8	12,22	12.22
92	2	9	sowed	sown
92	2	10-11	The quantity absorbed by aluminum	The quantity of alumi- num absorbed
92	2		chlorids	chloride
94	item 15	L	metabolism	metabolism
98	item 51	2	Congress	Congresso

A G R A D E C I M E N T O S

Desejamos consignar nossos agradecimentos a tôdas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização dêste trabalho, particularmente àquelas aqui relacionadas:

Professor Renato Amílcare Catani, pela orientação prestada.

Dr. Shiro Miyasaka, Chefe da Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico, pelo auxílio e facilidades concedidas, bem como aos demais funcionários dessa Seção.

Eng.ºs Agr.ºs Júlio César Medina, Coaracy Moraes Franco, José Romano Gallo, Ondino Bataglia, Arnaldo Guido de Souza Coelho, Eduardo Antonio Bulisani, Romeu Afonso de Souza Kiihl, Toshio Igue, Vivaldo Francisco da Cruz, Antonio Junqueira Reis, Eloy Jacskmolley Giacomelli, Dr.ª Nair Fobe, Sr. Emílio Dinardi, pela atenciosa colaboração.

À minha espôsa, Liliane, pela paciência e estímulo.

Finalmente, queremos agradecer a Associação Nacional para a Difusão de Adubos (ANDA) e a Associação das Indústrias da Extração de Fibras e Óleos Vegetais e do Descaroçamento do Algodão no Estado do Paraná (Indusfibra-Óleos) na pessoa de seu Presidente, Sr. Washington Hatanaka, pelo auxílio financeiro para a execução dêste trabalho.

Í N D I C E

	Pag.
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1. Estudos gerais sobre absorção de nutrientes.....	2
2.2. Estudos sobre a soja.....	4
2.2.1. Acúmulo de matéria seca.....	4
2.2.2. Concentração e absorção de macronutrientes.	5
2.2.2.1. Nitrogênio.....	5
2.2.2.2. Fósforo.....	6
2.2.2.3. Potássio.....	8
2.2.2.4. Cálcio.....	9
2.2.2.5. Magnésio.....	10
2.2.2.6. Enxofre.....	11
2.2.3. Concentração e absorção de micronutrientes.	12
2.2.3.1. Boro.....	12
2.2.3.2. Cloro.....	12
2.2.3.3. Cobre.....	12
2.2.3.4. Ferro.....	13
2.2.3.5. Manganês.....	13
2.2.3.6. Molibdênio.....	14
2.2.3.7. Zinco.....	14
2.2.3.8. Alumínio.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15

	Pag.
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Produção de matéria seca.....	18
4.2. Concentração de macronutrientes.....	20
4.3. Absorção dos macronutrientes.....	41
4.4. Acúmulo relativo de macronutrientes em comparação ao de matéria seca.....	50
4.5. Concentração de micronutrientes e alumínio.....	51
4.6. Absorção de micronutrientes e alumínio.....	81
4.7. Acúmulo relativo de micronutrientes e alumínio em comparação ao de matéria seca.....	84
5. CONCLUSÕES.....	87
6. RESUMO.....	89
7. SUMMARY.....	91
8. LITERATURA CITADA.....	93

1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja (Glycine max (L.) Merrill), introduzida na Bahia (45) em 1882, ocupa, atualmente, lugar de destaque na agricultura brasileira. É uma das culturas mais versáteis e novos usos estão sendo continuamente desenvolvidos (63). Na região da Alta Mojiana, Estado de São Paulo, vem sendo utilizada para melhor aproveitamento de áreas ocupadas por vegetação natural do tipo cerrado, onde, entre as culturas anuais, já figura em terceiro lugar em importância, após o algodão e o milho. Naquela região, tem proporcionado elevados lucros devido à sua utilização racional na rotação com o milho e o algodão, sendo no Su deste desse Estado a rotação com o trigo, um sistema de produção que vem se desenvolvendo em grande expansão.

Em consêquência do rápido incremento da importância da cultura da soja, muitos problemas agronômicos têm surgido em relação à sua produção. Com aplicação de níveis crescentes de fertilizantes, as experiências de adubação mostraram respostas pequenas e imprevisíveis (46). À propósito parece que o aumento da produção de soja não apresenta respostas lucrativas com a aplicação direta de fertilizante, como se obtém, por exemplo, com o algodão. Segundo NORMAN (54), a parte do problema pode estar fundamentado na falta de conhecimento das necessidades nutricionais da planta durante seus diversos estágios de crescimento, e assim sendo, informações sobre as suas necessidades nutritivas durante o crescimento, poderiam fornecer elementos fundamentais para posteriores estudos dos problemas de adubação.

A presente investigação foi projetada para fornecer informações sobre o acúmulo de matéria seca e o curso da absorção e distribuição de nutrientes pela soja, quando cultivada em Latossolo Roxo, da região Alta Mojiana.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estudos gerais sobre absorção de nutrientes

A história do estudo da absorção de nutrientes pelas plantas, em função do seu ciclo de crescimento, data pelo menos, de 1882, quando HORNBERGER (38), na Alemanha, publicou os resultados de um estudo sobre o curso da absorção de nutrientes pelo milho. LIEBSHER (40), em 1887, avançou, ainda mais, a teoria e o valor de tais estudos. Trabalhos pioneiros sobre o assunto, levados a efeito nos Estados Unidos, são os de SCHWEITZER (62), em 1890, com o milho, e o de SNYDER (68), em 1893, com o trigo, após os quais, muitos resultados adicionais sobre a absorção de nutrientes foram publicados. De fato, atualmente, há dados para quase todas as culturas, crescendo sob várias condições de clima e de fertilidade de solo, tendo REMY (61) apresentado uma excelente discussão sobre o valor desses estudos ao rever uma grande parte da literatura disponível.

Na relação entre absorção de nutrientes e produção de matéria seca pelos vegetais, a absorção dos nutrientes do solo antecede à síntese de matéria seca. Num estudo com a batata, HAWKINS (35) verificou que a absorção de nutrientes cessava antes da produção de matéria seca. Por sua vez resultados de SNYDER (68) mostraram que três quartos dos nutrientes totais absorvidos pelo trigo estavam presentes na planta, quando apenas metade de matéria seca tinha sido produzida.

As produções e as concentrações finais dos nutrientes têm sido relacionadas à quantidade de nutrientes absorvidos nos períodos iniciais de crescimento de certas plantas. BURD (8) concluiu que com a cevada o rendimento final de matéria seca, está relacionado às quantidades de nitrogênio e de potássio absorvidos nas fases iniciais de crescimento; e trabalhando com a mesma planta, BRENCHLEY (7) verificou que a absorção precoce do fósforo determinava o rendimento final e a sua absorção continuada in

fluiu amplamente na porcentagem final de fósforo na semente. Esse processo pode variar com as diferentes plantas e nutrientes, e isso foi confirmado pelo trabalho de NOEMIAN (55), que obteve um aumento de 323 kg/ha na produção de soja, com a aplicação de nitrogênio no início da fase de granação. Ademais, ENGLEHORN et alii. (16) mostraram que a produção final da cultura de soja, não era afetada pela incorporação de matéria orgânica no solo por ocasião do plantio, com o conseqüente abaixamento do nitrogênio no solo nas fases iniciais de crescimento. O fato da soja ser uma leguminosa é, sem dúvida, responsável pela diferença de comportamento em relação ao nitrogênio. Outro fato evidenciado pelos estudos de absorção de alguns elementos, e uma exigência muito grande durante um período relativamente curto do crescimento das plantas. PARKER (59) menciona ter SAYRE, verificado que dois terços dos 142 quilos de nitrogênio de 1 hectare de milho na maturidade, eram absorvidos num período de duas semanas; e segundo a conclusão de WATSON (74), tal característica pode afetar a resposta obtida pela aplicação de fertilizantes, em conseqüência da qual foi obtida uma resposta altamente variável do trigo à adubação nitrogenada, visto que o nitrogênio não foi utilizado pela planta nas mesmas etapas do crescimento, nas diferentes estações experimentais da Inglaterra.

A perda de nutrientes da planta para o solo, geralmente durante o período de florescimento, tem sido observada em alguns dos estudos de absorção de nutrientes. A absorção de nutrientes nas fases de crescimento e florescimento da planta foi discutida por LOEWING (41), após uma revisão de literatura. BURD (8) verificou uma perda de nutrientes da cevada, durante o período de diferenciação estrutural da formação da espiga. BLANCK e GIESECKE (5) constataram uma perda de nutrientes da aveia, na fase de florescimento. Estudos de excreções de raízes foram feitos por ACHROMEIKO (1), com um grande número de vegetais, o qual concluiu que as culturas de leguminosas e oleaginosas excretam fósforo como um processo fisiológico normal, especialmente no flo-

rescimento.

No Estado de São Paulo, COELHO e TELLA (13), observaram que o amendoim cultivado no outono, absorvia de 66 a 74% dos nutrientes no período entre a primeira florada e três semanas após a formação dos primeiros frutos, período no qual, também, o corria 74% de acúmulo de matéria seca. Contudo, observaram que o amendoim cultivado na primavera (14) apresentava maiores acúmulos de nutrientes e de matéria seca, entre a frutificação e a maturação iniciais. Em feijão adubado, GALLO e MIYASAKA (21) demonstraram que a época de maior acumulação de matéria seca esteve entre 33 e 45 dias, coincidindo com a de maior absorção dos elementos.

MENDES (50), com dois cultivares de algodão crescendo em solução nutritiva, verificou que a máxima de absorção dos nutrientes ocorreu, em ambos, dos 20 aos 60 dias do ciclo vegetativo.

Parece portanto, evidente, que se existem por um lado certos princípios que se aplicam às plantas em geral, por outro, cada cultura tem peculiaridades, cujo conhecimento em detalhe, se necessário no decurso da absorção de nutrientes.

2.2. Estudos sobre a soja

2.2.1. Acúmulo de matéria seca

Num estudo de três anos, HENDERSON e KAMPBATH (36), verificaram haver uma variação considerável no acúmulo de matéria seca na soja, tendo o maior acúmulo ocorrido na estação mais favorável ao crescimento da planta, mais ou menos 110-120 dias após o plantio, variando os totais anuais de 7.600 a 12.390 kg/ha.

Trabalho de HAMMOND (26), mostrou que a primeira modificação na taxa de acúmulo de matéria seca ocorre aproximadamente na época de florescimento da planta, e a segunda, aproximadamente, na época em que a planta atinge sua altura máxima. Resulta

dos semelhantes também foram obtidos simultaneamente, em estufa, pelo mesmo autor. Seus estudos também ilustram claramente que, após 101 dias do plantio, há uma rápida perda de peso das raízes, hastes e folhas, a qual é maior que a perda em peso resultante da queda de folhas. Sua explicação para isto é que há uma translocação de matéria seca dessas partes para as vagens e sementes.

HANWAY e WEBER (30) apontaram que as aplicações moderadas de adubos fosfatados e potássicos tem efeitos relativamente baixos sobre o peso dos diferentes componentes da planta ou na produção de sementes, mas que aplicações pesadas de cloreto de potássio reduziam significativamente o peso da planta e a produção de sementes. Em outro estudo, comparando o acúmulo de matéria seca em oito variedades, durante um período de dois anos, HANWAY e WEBER (29) verificaram que ele foi semelhante nos diferentes componentes da planta, e variou de 88 a 149 kg/ha/dia, do florescimento à época em que as folhas do terço inferior começam a amarelecer.

2.2.2. Concentração e absorção de macronutrientes

2.2.2.1. Nitrogênio

HAMPTON e ALBRECHT (27) relataram que a concentração mínima necessária de nitrogênio aproxima-se de 1,50%, quando a planta atinge 35 dias de idade, sem nodulação e na ausência desse elemento. LATHEWELL e EVANS (39) mostraram que plantas de 25 dias, crescendo ao ar livre, em solução nutritiva contendo 100 ppm de nitrogênio, continham 4,70% de tal elemento, enquanto HAMMOND (26), obteve a concentração de 4,60% em plantas de 22 dias. Num trabalho mais recente, HANWAY e WEBER (31), encontraram os seguintes teores de nitrogênio ao analisar as partes mais novas da planta: 5,00 a 6,00% nas folhas; 2,00 a 3,00% nos pecíolos; - 2,50 a 3,50% nas hastes; 2,00% nas raízes.

OHLROGGE (56) relatou que, nos componentes da planta, a diferença na concentração de nitrogênio desenvolve-se no início da fase de florescimento e torna-se maior durante a fase de granação das vagens.

As concentrações nas sementes são razoavelmente constantes e pouco se modificam durante o desenvolvimento. Em estudos de HAMMOND (26), que demonstraram claramente esse ponto, a porcentagem de nitrogênio na semente variou de 6,20 a 6,30%; e os dados obtidos por HANWAY e WEBER (31), e TOGARI et. alii. (70) confirmam os de HAMMOND.

O trabalho de BORST e THATCHER (6) mostrou, que o acúmulo de nitrogênio segue um modelo semelhante ao das curvas de acúmulo de matéria seca, havendo uma taxa relativamente rápida de acúmulo de nitrogênio nos componentes vegetativos, até atingir um máximo, após o qual ocorre um declínio muito rápido. Isso foi confirmado pelos trabalhos de HENDERSON e KAMPRATH (36) e HAMMOND (26). Além disso, HAMMOND (26), mostrou que durante o período que vai de 87 dias após o plantio à maturidade, o conteúdo total de nitrogênio da planta aumentava de 48 kg/ha, porém o conteúdo de nitrogênio das sementes e vagens aumentava de 121 quilos, enquanto que o do restante da planta diminuía de 73 quilos. A velocidade da absorção por dia ocorria a uma taxa de aumento constante, atingindo um pico de 4,4 kg/ha/dia, após o que declinava.

2.2.2.2. Fósforo

O estudo detalhado da solução nutritiva para soja, efetuado por MEDERSKI (49) dá uma boa idéia sobre a concentração de fósforo e a produção de matéria seca. Concluiu esse autor que, em solução nutritiva, 135 ppm, de fósforo, resultava em crescimento depressivo, e que seu suprimento em alto nível, durante as oito primeiras semanas, não proporcionava nenhum efeito no rendimento. Após 30 dias do plantio, as folhas e hastes continham

0,69% e 0,58% de fósforo e, seis dias antes do florescimento, as folhas superiores, as folhas inferiores e as hastes continham 0,74%, 1,06% e 0,76% de fósforo, respectivamente. MEDERSKI (49) apontou que a ampla diferença nas folhas superiores e inferiores se deve ao fato de que estas últimas atuam como órgão de reserva, quando quantidades excessivas de fósforo são absorvidas pelas raízes. Sob estas condições, OHLROGGE (56) considerou que a concentração de 0,74% das folhas superiores representaria o limite superior para crescimento próximo do normal. Em solos férteis, a concentração na planta total situa-se geralmente entre 0,25% e 0,30% (6,9,70,77). OHLROGGE (56) estimou que a exigência mínima absoluta na fase de pré-floração estaria entre 0,14 a 0,18% para a parte aérea total, enquanto a faixa ótima estaria entre 0,25 a 0,48%. Concentrações mais altas representariam suprimentos inadequados de fósforo, ou interferências na sua absorção. Na etapa de florescimento, OHLROGGE (56), resumindo os diferentes resultados obtidos por MEDERSKI (49), TOGARI et. alii. (70), AUSTIN (3), e HAMMOND (26), acha que, para a nutrição ótima, os valores de fósforo estariam entre 0,25 a 0,35%, enquanto no estágio de granação da vagem, a concentração da parte aérea, excluindo as sementes, seria de 0,05%, 0,25 a 0,35% e 0,60%, como limites mínimo, ótimo e máximo, respectivamente.

McALISTAR e KROBER (42) relataram que antes da formação das raízes na planta, os cotilédones são a fonte inicial de fósforo. Os dados de MEDERSKI (49) sugerem uma taxa crescente de absorção para os primeiros 40 a 50 dias, que depois tornar-se-ia regularmente constante, até o amarelecimento das folhas. Esse modelo foi proposto com base em plantas crescendo em níveis de 5 e 45 ppm de fósforo. Os dados dos estados norte-americanos de Iowa (26), Carolina do Norte (77) e Ohio (9) sugerem uma taxa constante de aumento de absorção, atingindo um máximo de 0,40 kg/ha/dia na fase de granação em níveis altos de fósforo, porém, com tratamentos de baixo nível de fósforo, a curva de absorção é mais irregular.

BORST e THATCHER (6) mostraram que havia redução na con-

centração de fósforo nas folhas, hastes e vagens, após os componentes atingirem completo desenvolvimento. Vinte anos mais tarde, os trabalhos de MEDERSKI (47), HAMMOND (26) e TOGARI et. alii. (70) demonstraram que 40 a 80% de fósforo na semente são resultantes da translocação das vagens, folhas e hastes, o que indica que o fósforo migra desses componentes vegetativos para as sementes. HAMMOND (26) mostrou, posteriormente, que a maior transferência relativa de fósforo ocorre a níveis baixos deste elemento no solo. WEBB et. alii. (75) relataram que a transferência de fósforo à semente se deve à nutrição de magnésio.

2.2.2.3. Potássio

Em condições de campo, AUSTIN (3) verificou que a concentração mais baixa na época de pré-florescimento, foi de 0,50%, - aos 35 dias de idade. TOGARI et. alii. (70), encontraram como sendo de 4,20% nas hastes e 2,60% nas folhas. Por sua vez, os respectivos valores encontrados por BORST e THATCHER (6), foram de 3,60% e 2,30%, na variedade Manchua e de 1,50% e 1,40%, na variedade Pekin. HAMMOND (26), utilizando a variedade Richland, verificou que a concentração da parte aérea total oscila de 1,20 a 1,60%. Na época da floração, os limites de concentração total de potássio observados foram: 2,20 a 3,60% no Japão (70); 0,80 a 1,00% em Iowa (26); 0,90 a 1,20% em Ohio (6); e 0,50 a 0,80% em Michigan (3). OHLROGGE (56), ao analisar os dados de EVANS et. alii. (19) e os de pesquisadores japoneses, sugeriu que os limites da concentração mínima, ótima e máxima na parte aérea seriam de 0,30%, 0,70 a 2,00% e 4,50%, respectivamente.

Na fase de granação, HAMMOND (26) observou que houve um declínio de 0,70 a 0,50% de potássio nas folhas e hastes, enquanto que, na semente, variava de 1,70 a 1,60%. TOGARI et. alii. (70) relataram que havia um declínio de potássio nas hastes, folhas e sementes, de 2,30 para 0,60%, 2,30 para 1,60% e 2,90 para 1,60%, respectivamente. Num trabalho mais recente, HANWAY e

WEBER (31) verificaram que a maior concentração de potássio na planta está na pulvínula, isto é na parte que liga o pecíolo à haste; e na semente, encontraram a concentração de 1,70%, o que coincide com as constatações de pesquisadores anteriores.

Após seis anos de observação, BORST e THATCHER (6) constataram uma taxa constante de declínio na absorção de potássio durante o período de granação. HAMMOND (26) verificou que o pico da taxa da absorção de potássio é de 1,7 kg/ha/dia, isso entre 87 a 94 dias de idade. HANWAY e WEBER (28), relataram um acúmulo diário constante de potássio, desde o estágio de pleno florescimento até 46 dias mais tarde, quando havia 75 a 80% de acúmulo desse elemento. Relataram também que, a aplicação de adubo potássico resultou em pequeno aumento no acúmulo de potássio nas sementes, porém aumentos significativos nas hastes maduras, folhas, pecíolos e vagens, concluindo que os aspectos de acúmulo de potássio nas plantas e remoção nas sementes colhidas, devem ser considerados na avaliação das exigências de potássio para planejamentos culturais envolvendo a soja.

2.2.2.4. Cálcio

OHLROGGE (56) observou que os limites de concentração de cálcio nas plantas, antes da fase de florescimento, situam-se entre 0,20 a 2,80%. Isso foi feito com base nos trabalhos de HAMPTON e ALBRECHT (27), GRAHAM e TURLEY (24), HARSTON e ALBRECHT (32), ALLEN (2), AUSTIN (3), MUHR (53), SIEWEL et. alii (66) e HAMMOND (26).

Análises espectrográficas das folhas intermediárias de soja crescendo em solução nutritiva, mostram uma variação de 0,00 a 6,50%. EVANS et. alii (19), trabalhando com solução nutritiva, observaram uma ampla variação na concentração de cálcio entre as folhas superiores e inferiores da planta: as folhas inferiores exibiam 5,10% de cálcio, enquanto que as superiores, 1,00%. O estudo de MATRONE et. alii. (47), trabalhando em condi-

ções de campo, mostrou que a concentração total de cálcio variava de 0,69 a 0,88%. Dados não publicados de trabalho conduzido por WILKINSON, em Indiana, citados por OHLROGGE (56), mostram uma variação de 0,49 a 1,04%, enquanto que em plantas de 73 dias de idade, a concentração variava de 1,70 a 2,00% (3). Observa-se assim que os valores em soluções nutritivas são sempre mais altos do que para a soja crescendo no campo. OHLROGGE (56), sugere, que em pleno florescimento, a faixa ótima se situaria entre 1,00 e 3,00%.

Em Indiana, no estágio de granação de vagens (56), uma pesquisa de campo, mostrou uma variação no conteúdo de cálcio da ordem 0,90 a 4,40%. As amostras foram formadas de pecíolos e folíolos de terceiro, quarto e quinto nós, e representavam estágios de maturação de emissão de vagens e plantas quase maduras. AUSTIN (3), em 1930, mostrou uma variação de 1,20 a 2,10% para amostras totais de plantas colhidas de 110 dias após o plantio, o que se aproxima da faixa de 0,90 a 1,50%, relatada por MORRISON (52) para feno de soja de várias qualidades. A imobilidade do cálcio na planta é bem reconhecida. Essa imobilidade tem-se mostrado de crescente importância, para um completo conhecimento das exigências diárias da planta.

O único trabalho sobre as taxas de absorção de cálcio pela soja é de HAMMOND (26) que observou que a taxa diária aumentava gradualmente, para atingir um pico de 2,7 kg/ha/dia, no intervalo de 73 a 80 dias.

2.2.2.5. Magnésio

Em Iowa (26), o teor de magnésio na parte aérea da planta, antes do florescimento, foi de 0,50%, enquanto em Michigan (3), variou de 0,27 a 0,66%. O teor mais baixo observado por WEBB et. alii. (75), em solução nutritiva isenta de magnésio foi de 0,09%. Por outro lado, num estudo sobre a influência dos níveis de potássio em culturas em solução nutritiva, ALLEN (2) observou

o teor máximo de 1,49%.

Quando as plantas floresceram totalmente, HAMMOND (26) verificou que as partes aéreas mantinham 0,80% de magnésio, porém, as vagens novas continham 0,60%. WEBB et. alii. (75) observaram que, em plantas extremamente deficientes, havia muito pouca diferença na concentração de magnésio nos componentes da planta. AUSTIN (3), relatou uma taxa de 1% para plantas de 73 dias de idade, a qual, é a mais alta concentração relatada na literatura para as partes aéreas totais.

No estágio de granação da vagem em Iowa (26), a parte aérea total, sem vagens, continuava a manter 0,80% de magnésio até o último período de 20 dias, quando então caía para 0,60% e 0,40%, respectivamente. AUSTIN (3) relatou uma variação de 0,53 a 0,79%, em soja de 110 dias, crescendo no campo. OHLROGGE (56) referindo-se a um trabalho de NELSON, assinalou que, sem a aplicação de magnésio, os folíolos e pecíolos continham 0,13 a 0,18% de magnésio, mas quando 15 quilos de magnésio eram aplicados, essas partes continham 0,18% e 0,24%, respectivamente. Os valores acima concordam com os dados de HASHIMOTO (33).

A taxa de absorção em soja, crescendo no campo, atingiu um pico de 1,4 kg/ha/dia, no período de 73 a 80 dias, o que se assemelha muito de perto à curva de absorção do cálcio (26). WEBB et. alii. (75), trabalhando em solução nutritiva, alcançou uma taxa máxima de absorção de quase 5 mg de magnésio/planta/dia, para um período de cinco dias de pleno florescimento, com vagens inferiores em desenvolvimento.

2.2.2.6. Enxôfre

AUSTIN (3) observou que as concentrações de enxôfre variavam de 0,22 a 0,32%, nas várias fases de crescimento da soja crescendo no campo e em estufa. Uma variação algo ampla de 0,12 a 0,52% é relatada por BEESON (4). BAYON (15), trabalhando com soluções nutritivas, com e sem enxôfre, verificou, em plantas de

soja de dois meses de idade, uma variação nas folhas de 0,40 a 0,34% e nas hastes de 0,27 a 0,12%, respectivamente. OHLROGGE (56) sugeriu que as curvas de absorção de enxôfre seriam paralelas às curvas da taxa de matéria seca, pois que a composição parece razoavelmente constante, prevendo por tanto que a taxa de absorção diária estaria em torno de 1,5 kg/ha, durante as fases inicial e final da produção de vagens.

2.2.3. Concentração e absorção de micronutrientes e alumínio

2.2.3.1. Boro

McVICAR e STRUCKMEYER (44), utilizando-se da variedade Biloxi, observaram que o tecido foliar contendo 14 ppm de boro mostra deficiência severa quando crescendo em dias longos, não se observando porém nenhum sintoma de deficiência em dias curtos. HODKISS et. alii. (37), por amostragens quinzenais de culturas que receberam 0,5, 10 e 15 kg/ha de boro, encontraram uma concentração entre 14 a 31 ppm na haste, e entre 52 a 100 ppm, nas folhas, respectivamente. Através de um trabalho recente de JONES, da Estação Experimental de Wooster, no Estado de Ohio, conforme relatam OHLROGGE e KAMPRATH (57) verifica-se que nas folhas superiores maduras, na fase final de florescimento, os teores < 10, de 11 a 20, de 21 a 55, de 56 a 80 e > 80 ppm, são considerados, respectivamente, como deficientes, baixos, suficientes, altos e excessivos.

2.2.3.2. Cloro

Sobre o elemento cloro não foi encontrada nenhuma referência na literatura relacionada com a nutrição da soja.

2.2.3.3. Cobre

McHARGUE (43), analisou 32 amostras de soja, nas quais a

variação do conteúdo de cobre foi de 4 a 12 ppm. OHLROGGE (56), referindo-se a trabalhos de WILKINSON e de VOLK, menciona que o primeiro autor encontrou uma concentração de 6 a 26 ppm em amostras de folhas, o segundo 7 a 24 ppm em amostras da parte aérea de plantas. Segundo JONES, citado por OHLROGGE e KAMPRATH (57), as concentrações desse elemento nas folhas são consideradas deficientes, baixas, suficientes, altas e excessivas quando < 4, de 5 a 9, de 10 a 30, de 31 a 50 e > 50 ppm, respectivamente.

2.2.3.4. Ferro

Os resultados de pesquisas feitas em Ohio, por JONES, e citadas por OHLROGGE e KAMPRATH (57), mostram que nas folhas, as concentrações deficientes, baixas, suficientes, altas e excessivas são < 30, de 31 a 50, de 51 a 350, de 351 a 500 e > 500 ppm, respectivamente. Em folhas severamente cloróticas, WALLACE e ASHCROFT (73) encontraram teores da ordem de 3 ppm.

2.2.3.5. Manganês

No Estado de Illinois, SNIDER (67) observou que, na planta madura, a variação na concentração de manganês nas raízes foi de 12 a 220 ppm; nas hastes, de 7 a 69 ppm; nas folhas, de 98 a 825 ppm; e nas sementes de 14 a 85 ppm. Em Indiana, OHLROGGE (56) cita que MEYER, mostrou que as variações para plantas cloróticas e não cloróticas foram de 14 a 27 ppm e de 24 a 49 ppm, respectivamente. STECKEL (69), também em Indiana, encontrou de 12 a 219 ppm, nas partes aéreas das plantas na fase de formação de vagens. Nas folhas, segundo JONES, citado por OHLROGGE e KAMPRATH (57) as concentrações deficientes, baixas, suficientes, altas e excessivas, são respectivamente: < 14, de 15 a 20, de 21 a 100, de 101 a 250, e > 250 ppm.

2.2.3.6. Molibdênio

De acordo com JONES, citado por OHLROGGE e KAMPRATH (57), quando as concentrações de molibdênio nas folhas de soja e na fase final do florescimento são < 0,40, de 0,50 a 0,90, de 1,00 a 5,00, de 5,10 a 10,00 e > 10,00 ppm, elas podem ser consideradas respectivamente, deficientes, baixas, suficientes, altas e excessivas.

2.2.3.7. Zinco

OHLROGGE (56), numa pesquisa com amostras da planta, encontrou uma variação de 10 a 90 ppm. VIETS et. alii. (80), trabalhando com soja em solos deficientes e não deficientes em zinco, analisando amostras das folhas e dos pecíolos de plantas nelas cultivadas, observou que a concentração de zinco, em ppm, em solo deficiente era de 16,30 para as folhas e de 16,40 para os pecíolos, sendo de 19,10 e 24,30 respectivamente, em solo não deficiente. Conforme mencionam OHLROGGE e KAMPRATH (57), JONES propõe a seguinte interpretação para os resultados da análise de folhas superiores de soja, isto é das mais maduras, na última fase de florescimento: < 10 ppm = deficiente; de 11 a 20 ppm = baixo; de 21 a 50 ppm = suficiente; de 51 a 75 ppm = alto, > 75 ppm = excessivo.

2.2.3.8. Alumínio

Dados sobre a concentração nas várias partes da planta, nas diferentes fases de crescimento, são escassos. Os únicos limites de concentração disponíveis para folhas são os propostos por JONES, citado por OHLROGGE e KAMPRATH (57), segundo o qual as concentrações tolerantes, altas e em excesso são respectivamente: < 200, de 200 a 400 e > 400 ppm.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Estação Experimental de Ribeirão Preto, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, em área sem cultivo durante 5 anos e da qual havia sido erradicado um cafezal.

O solo é um Latossolo Roxo distrófico, da unidade Inga-zeiro, descrito por OLIVEIRA e MONIZ (58), e correlaciona-se pela 7ª Aproximação da Classificação Americana (17), com os Oxissolos, grande grupo Haplortox, família argilosa, caulinitica.

Os resultados das análises granulométrica e química do solo onde foi instalado o experimento, são apresentados no quadro 1.

Quadro 1. Análises granulométrica e química.

Análise granulométrica		Análise química	
Características	Resultados	Características	Resultados
	%	pH	6,2
		C	1,78%
Areia grossa	3,0	PO ₄ ⁻⁻⁻ (1)	0,04 e.mg.
Areia fina	22,5	K ⁺ (2)	0,45 e.mg.
		Ca ⁺⁺ (2)	6,10 e.mg.
Limo	28,0	Mg ⁺⁺ (2)	2,10 e.mg.
Argila	43,5	Al ⁺⁺⁺ (2)	traços e.mg.

Análises granulométrica e química executadas pela Seção de Pedologia do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo.

(1) Solúvel em H₂SO₄ 0,05N em 100 g de T.F.S.A.

(2) Trocáveis, em 100 g de T.F.S.A.

A análise granulométrica foi efetuada pelo método de ME

DINA e GROHMANN (51); o pH, o fósforo e potássio foram determinados segundo o método de CATANI et. alii. (10); o cálcio e o magnésio pelo método de van RAIJ (60); e o carbono orgânico, segundo VETORRI et. alii. (78). O alumínio foi extraído com solução 1 N de KCl e titulado com solução de NaOH 0,05 N.

Devido ao baixo teor de fósforo no solo foram aplicados 80 kg de P_2O_5 , ou seja 400 kg de superfosfato simples por hectare.

A variedade de soja estudada foi a Pelicano. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições. Cada canteiro consistia de 10 linhas de 10 m, distanciadas 0,60 m entre si.

O plantio, com sementes inoculadas, foi efetuado em 17 de novembro de 1967, usando-se 30 sementes por metro linear. Dez dias após a germinação procedeu-se ao desbaste, de modo a deixar 20 plantas por metro linear, o que corresponde a uma população de 333.333 plantas por hectare.

As amostragens das partes aéreas foram efetuadas ao acaso com intervalos de 20 dias e em pontos distantes uns dos outros. Numerando-se as linhas de 1 a 10, foram coletadas plantas das linhas números 2, 3, 4, 7, 8 e 9. As linhas números 5 e 6 foram reservadas para a amostragem de produção. Os dados, referentes às datas de cada amostragem, estão indicados no quadro 2. As plantas coletadas foram cortadas 2 centímetros acima do solo e colocadas em sacos plásticos. No laboratório foram separadas as folhas, as vagens e as hastes, que foram lavadas, secadas e pesadas separadamente. Em seguida, procedeu-se ao preparo do material para a análise química, moendo-se em moíño tipo Wiley. As determinações de macro e micronutrientes foram efetuadas pelos métodos descritos por CATANI et. alii. (11, 12).

No presente trabalho, considerou-se como parte aérea ou planta total, o conjunto formado pelos órgãos vegetais desenvolvidos acima do solo, devendo-se entender por parte vegetativa, apenas folhas e hastes.

Quadro 2. Informações sobre as amostragens, idade de plantas, e seu estágio de desenvolvimento.

Datas	Amostragem e colheita	Idade das plantas em dias	Número de plantas retiradas por repetição	Estágio de desenvolvimento das plantas	Observações
17/11/67	-	-	-	Plantio	-
25/11/67	-	-	-	Germinação	-
5/12/67	-	10	-	-	Desbaste
15/12/67	1ª	20	20	Plantas com 10-15 centímetros de altura.	-
4/1/68	2ª	40	20	Plantas bem desenvolvidas.	-
24/1/68	3ª	60	20	Todas as plantas bem florescidas.	-
13/2/68	4ª	80	10	Fim de florescimento e início de formação das vagens. Início de amarelecimento das folhas.	-
5/3/68	5ª	100	5	Amarelecimento de 30% das folhas do terço inferior da planta. Início da queda das primeiras folhas.	-
25/3/68	6ª	120	5	Amarelecimento de 80% das folhas de planta. Uma pronunciada queda das folhas do terço inferior. Início de amarelecimento das vagens.	-
14/4/68	7ª	140	5	Queda total das folhas. As vagens todas amarelcidas ou maduras.	-
24/4/68	Colheita	150	-	Plantas secas; sementes com 14% de umidade.	-

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura e precipitação em Ribeirão Preto, durante a execução do experimento, são mostrados no quadro 3, os quais indicam que o suprimento de unidade foi adequado durante o início da estação, assim como durante a fase de florescimento e granação da soja. Após as chuvas de 1º de abril, durante 18 dias não se registrou precipitação pluvial, o que resultou no apressamento da maturação e colheita do ensaio aos 24 de abril. As temperaturas foram normais por toda a estação de crescimento

As condições climáticas no Estado de São Paulo, no ano do experimento, foram favoráveis à cultura da soja. O rendimento médio da soja para o Estado, como um todo, foi de 1.300 kg/ha (65), havendo relatos de rendimentos tão elevados como 2.400 kg/ha para algumas plantações. No presente experimento, o rendimento alcançado foi de 2.540 kg/ha.

Os resultados deste estudo sobre o crescimento e a absorção de nutrientes pela soja referem-se a um ano apenas. No entanto, como o ano agrícola 1967/68 foi bastante satisfatório à execução do ensaio de campo, tornou-se possível conduzir todo o experimento sem qualquer contratempo. Ademais, não houve ataque de insetos e, portanto, nenhum inseticida foi aplicado.

4.1. Produção de matéria seca

A fim de poder estudar a curva de crescimento, foram estabelecidos três períodos bem definidos, que correspondiam às modificações no desenvolvimento fisiológico da planta. O primeiro período, correspondendo de 0 a 60 dias, seria a fase de germinação-florescimento; o segundo, de 60 a 80 dias, a fase de fim de florescimento e início da formação de vagens; o terceiro, finalmente, de 80 a 100 dias, fase de amarelecimento e início da queda das primeiras folhas.

Quadro 3. Dados termoplüviométricos diários da Estação Experimental de Ribeirão Preto no período de 15 de novembro de 1967 a 30 de abril de 1968 (1).

Dia	Médias de temperaturas diárias °C											Precipitação diária em mm						
	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
1	-	24,5	24,5	21,5	22,5	22,3	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2
2	-	26,6	24,2	22,5	23,5	22,5	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	-	22,5	23,8	22,1	22,2	22,2	-	1,4	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	-	22,9	21,8	22,4	23,0	23,3	-	4,9	18,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	-	19,8	22,0	22,8	21,3	21,5	-	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	-	18,4	22,6	22,1	21,3	17,9	-	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	-	22,9	23,9	23,0	21,4	17,1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	-	23,4	24,1	24,1	20,4	19,6	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	-	21,9	24,6	24,0	21,7	21,7	-	26,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	-	19,5	22,4	23,8	25,1	22,2	-	5,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	-	20,7	20,8	23,1	22,8	22,6	-	9,1	47,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	-	21,6	20,3	24,9	24,3	23,6	-	1,5	23,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	-	21,0	21,9	24,0	22,7	22,1	-	0	8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	-	21,0	22,6	23,5	22,4	20,8	-	35,2	16,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	22,2	22,0	22,4	22,0	23,3	20,5	3,7	4,5	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	21,0	22,5	21,8	22,6	21,8	20,1	1,3	2,3	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	20,4	21,3	21,4	23,9	21,1	21,1	22,3	24,3	18,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	22,0	20,7	23,1	22,7	21,2	22,2	0,4	11,5	9,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	22,3	23,4	22,6	22,2	21,8	22,3	0	47,0	13,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	23,9	21,0	23,1	22,5	23,2	19,1	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	31,0
21	23,8	22,4	23,3	22,6	23,6	18,9	0	16,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,0
22	22,5	22,1	23,0	23,4	24,5	20,1	1,8	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	21,4	22,7	22,1	22,8	23,6	20,2	32,2	13,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	21,6	23,1	23,1	20,9	23,1	18,1	27,6	0	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	23,4	22,7	23,9	21,5	24,4	17,7	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	19,6	22,0	24,6	21,8	23,9	18,3	38,3	16,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	22,4	19,9	24,7	20,4	25,5	18,1	14,3	31,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	21,5	18,3	24,2	21,8	23,2	19,0	3,8	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	22,4	20,4	24,7	21,5	23,6	16,9	2,5	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	22,4	20,3	25,0	21,5	24,0	14,6	0	24,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	-	23,2	24,3	-	22,1	-	-	25,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1) Dados fornecidos pela Seção de climatologia do Instituto Agrônômico

A figura 1 e o quadro 4 mostram o acúmulo de matéria seca na parte aérea da planta. Os aumentos no acúmulo de matéria seca na parte aérea foram de 471% de 20 a 40 dias; 166% de 40 a 60 dias; 144% de 60 a 80 dias; 15% de 80 a 100 dias; 23% de 100 a 120 dias e de 0,6% de 120 a 140 dias. Observa-se que há um intenso acúmulo de matéria seca até 80 dias. Após este período o acúmulo é sensivelmente menor, chegando a 0,6% de 120 a 140 dias. No caso das partes vegetativas, o acúmulo de matéria seca atinge o pico aos 80 dias. O decréscimo de acúmulo de matéria seca nas partes vegetativas de 80 a 100 dias é consequência da translocação da mesma às vagens e sementes, que atinge 399 kg/ha. De 100 a 140 dias há uma perda maior de peso seco das partes vegetativas, que pode ser atribuída à queda das folhas e à translocação. O aumento no peso das vagens dos 100 a 120 dias é de 219%, e de 120 a 140 dias a taxa é de 55%. Observa-se, também, que há um aumento de matéria seca nas hastes de 80 a 100 dias e depois um decréscimo até 140 dias, enquanto que há um decréscimo constante de matéria seca nas folhas a partir dos 100 dias. Dados semelhantes foram obtidos por HANWAY e WEBER (29), trabalhando com 8 variedades de soja.

4.2. Concentração de macronutrientes.

O desenvolvimento da planta soja pode ser dividido em três fases, conforme evidenciado no ítem do crescimento e a composição química da mesma também reflete estas fases, como demonstram os dados nos quadros 5 a 11 e as figuras 1 a 15.

Uma comparação das curvas de acúmulo de nutrientes, com a curva de acúmulo de matéria seca, mostra que elas são, em grande parte, paralelas até um máximo de 80 dias.

Durante a fase de desenvolvimento da planta, a composição mineral se modifica e o grau de modificação varia entre os nutrientes.

A concentração de nitrogênio nas folhas é sempre maior,

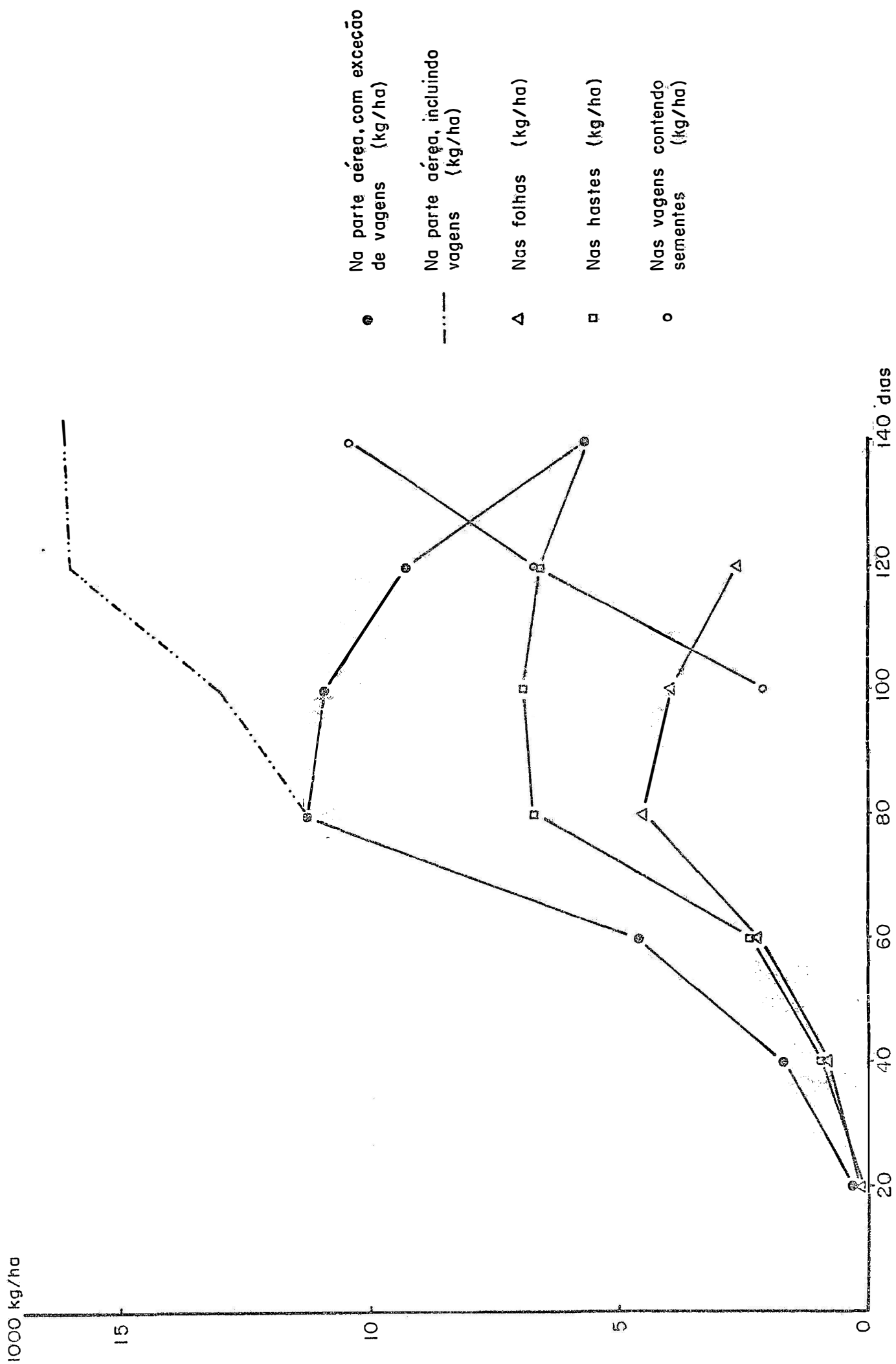


Figura 1.— Quantidade de matéria seca em mil quilogramas por hectare, acumulada pela soja, em função da idade da planta.

Quadro 4. Variação na quantidade (kg/ha) de matéria seca em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes	Folhas	Vagens e sementes	Total da parte aérea menos folhas caídas
dias	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
20	113	192	--	305
40	929	813	--	1742
60	2400	2238	--	4638
80	6783	4516	--	11299
100	6950	3950	2100	13000
120	6634	2650	6700	15984
140	5667	--	10417	16084

comparada com a dos demais macronutrientes em estudo (quadro 5 e figura 2). Também, a concentração nas folhas é, aproximadamente, três vezes aquela das hastes em todo o ciclo vegetativo. GALLO e MIYASAKA (21), trabalhando com feijão (adubado) obtiveram um pouco mais do dobro de concentração desse elemento nas folhas em relação às hastes, entre o florescimento e o início da queda das folhas na época de maturação. TOGARI et. alii. (70), com soja, mostraram que, na época da floração, as folhas continham uma concentração quatro vezes maior do que as hastes. Na fase de granação, as concentrações finais das folhas e das hastes foram de 2,5 e 1,00% respectivamente, o que coincide com os dados aos 120 dias do quadro 5.

Observa-se uma diminuição na concentração do nitrogênio nas folhas entre 80 e 100 dias. Dá-se essa diminuição, devida à translocação às vagens na fase de granação e ocorre na época em que se inicia a queda de folhas. Nessa fase, há nas hastes, ao contrário, um aumento na concentração, a qual mais tarde diminui. Observa-se, então, a translocação de nitrogênio das hastes e das folhas, pelo aumento gradual da concentração nas vagens e sementes, entre os 100 e 140 dias. A figura 3 mostra a porcentagem de nitrogênio nas partes vegetativas e nas vagens e sementes, em várias fases de crescimento. A concentração de nitrogênio das porções vegetativas mostra uma diminuição durante o período principal de granação, enquanto aumenta, insistentemente, nas vagens e sementes, durante o mesmo período, sugerindo translocação rápida do nitrogênio da porção vegetativa às vagens e sementes. Isso concorda com as constatações de outros pesquisadores, como WEBSTER (76), ERDMAN (18) e UHLAND (72), que relataram uma diminuição na porcentagem de nitrogênio nas porções vegetativas e um aumento nas sementes quando a planta amadurecia.

Na fase de pré-floração, isto é, até os 40 dias, a concentração de fósforo nas folhas e hastes e de 0,39% e 0,17% (quadro 6 e figura 4). MEDERSKI, conforme citado por OHLRO-

Quadro 5. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de nitrogênio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
20	1,695	1,92	5,291	10,16			12,08
40	1,339	12,44	4,602	37,41	-	-	49,85
60	1,219	29,26	4,279	95,76	-	-	125,01
80	1,120	75,97	4,002	180,73	-	-	256,70
100	1,301	90,42	3,693	145,87	3,290	69,09	305,38
120	0,942	62,49	3,491	92,51	4,442	297,61	452,61
140	0,977	55,37			5,486	571,48	626,85

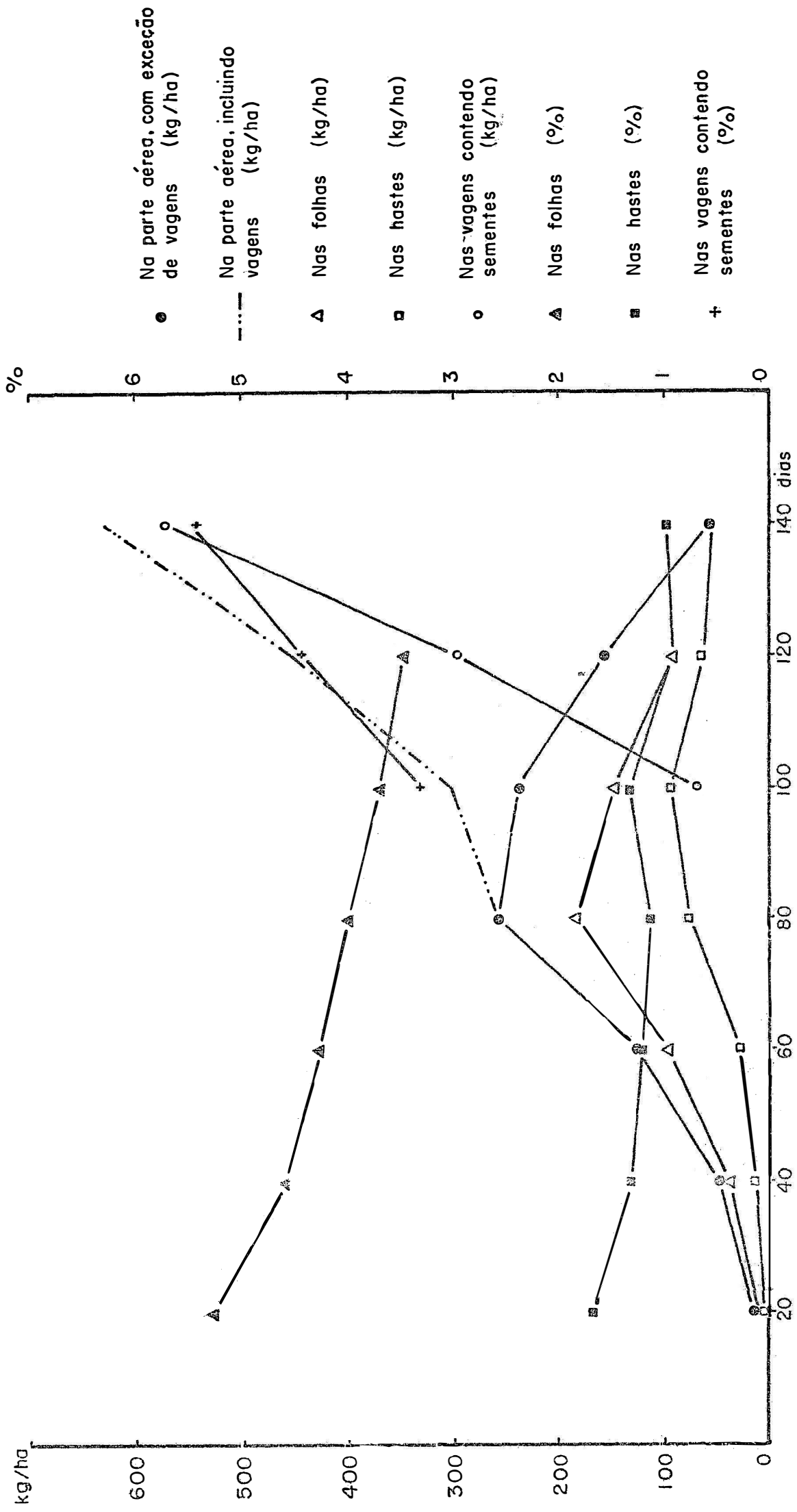


Figura 2... Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de nitrogênio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

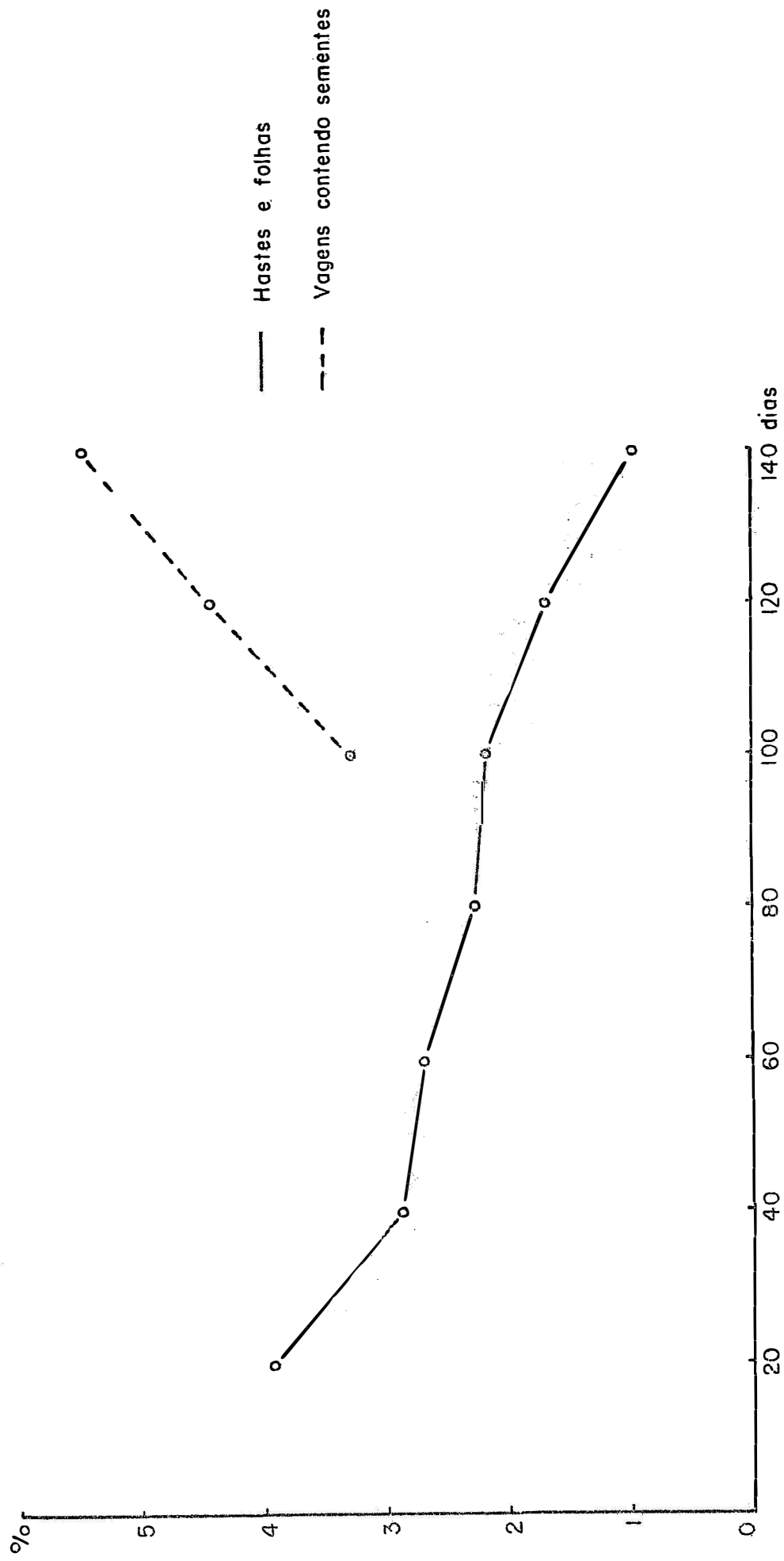


Figura 3 - Variação da porcentagem de nitrogênio na soja, em função da idade da planta.

Quadro 6. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ ha) de fósforo em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha	
20	0,208	0,24	0,350	0,67	-	-	0,91
40	0,172	1,60	0,392	3,19	-	-	4,79
60	0,171	4,10	0,311	6,96	-	-	11,06
80	0,135	9,16	0,272	12,28	-	-	21,44
100	0,138	9,59	0,239	9,44	0,340	7,14	26,17
120	0,113	7,50	0,198	5,25	0,353	23,65	36,40
140	0,081	4,59	-	-	0,380	39,58	44,17

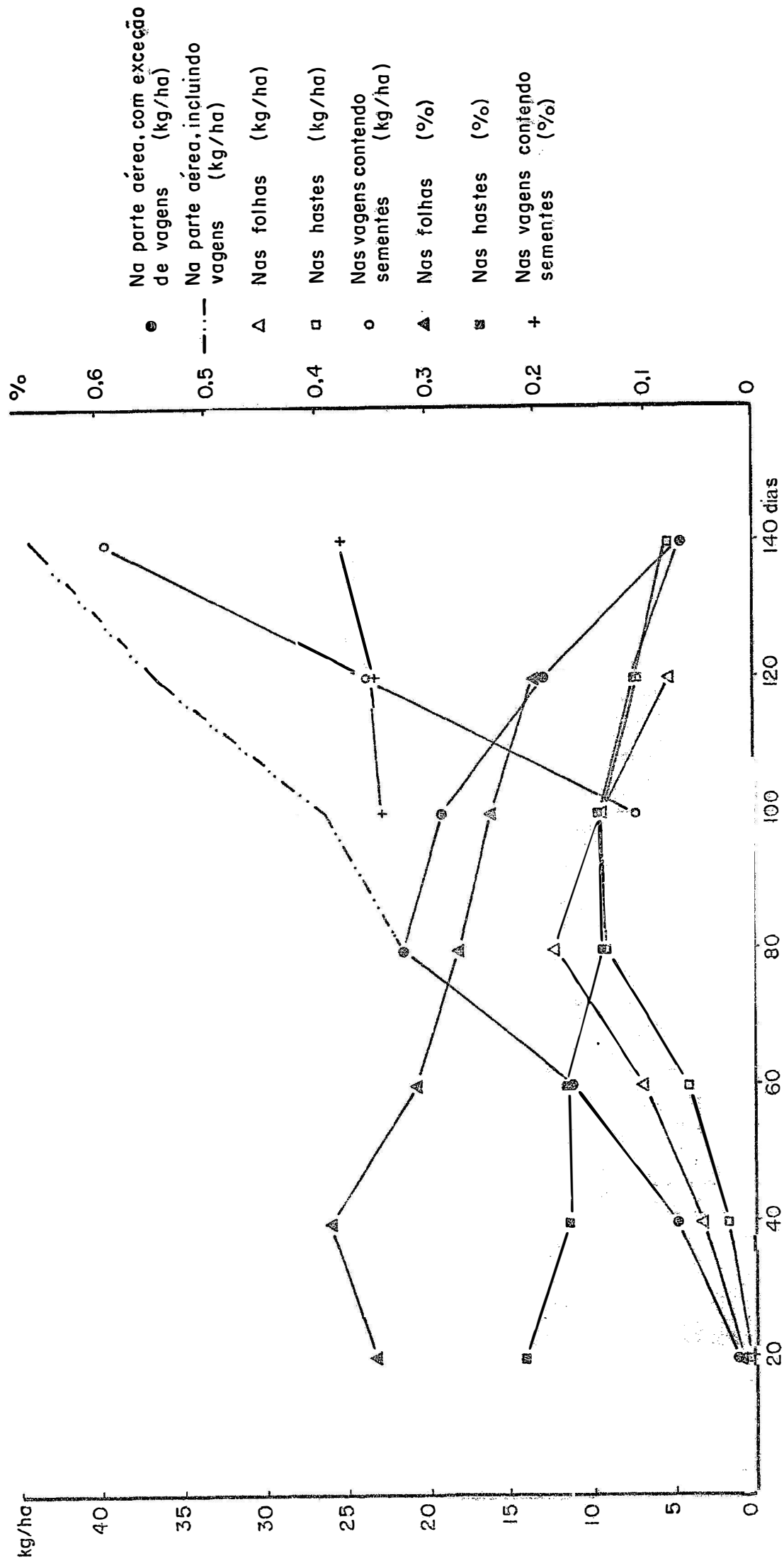


Figura 4 - Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de fósforo em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

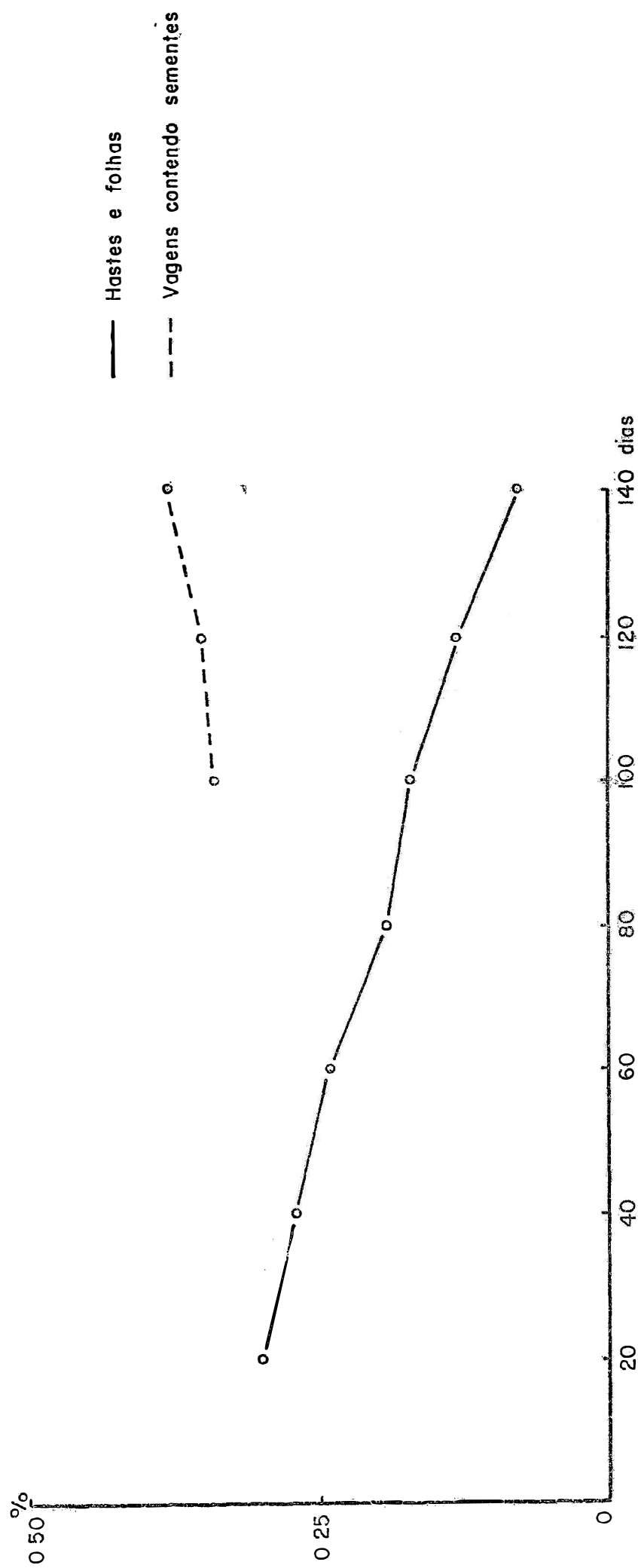


Figura 5 - Variação da percentagem de fósforo na soja, em função da idade da planta

GGE (56), também obteve resultados semelhantes, com 0,30% e 0,15%, respectivamente. Na fase de floração, TOGARI et. alii. (70) obtiveram 0,31% e 0,09% nas folhas e hastes, enquanto no quadro 6, aos 60 dias, as concentrações são de 0,31% e 0,17% respectivamente. Na fase de granação, a qual corresponde ao período entre 100 e 140 dias, há uma diminuição constante, tanto nas folhas como nas hastes, ao passo que há um aumento de concentração nas vagens e sementes.

O potássio apresenta também concentração elevada, colocando-se em segundo lugar entre os macronutrientes. A concentração nas hastes é maior do que nas folhas durante todo o crescimento vegetativo, e ambas diminuem quando a soja atinge o final do ciclo (quadro 7 e figura 6), e esta diminuição no teor de potássio, tanto nas hastes como nas folhas, é aguda até os 40 dias, tornando-se menos pronunciada daí por diante.

Na pré-floração, a concentração de potássio nas hastes e nas folhas é de 2,90% e 2,16%; na floração é de 2,58% e 1,83%; e no início da formação de vagens é de 2,18% e 1,68%, respectivamente. As concentrações médias na pré-floração, obtidas por BORST e THATCHER (6), para haste e folhas, foram de 3,60% e 2,30% enquanto os obtidos por TOGARI et. alii. (70) foram de 4,20% e 2,60%. No florescimento, as experiências japonesas (70) mostraram que nas hastes a concentração diminuía de 3,2 a 1,80%, e nas folhas permanecia próximo de 2,20%. Observa-se que as concentrações nas hastes foram sempre mais altas do que nas folhas, enquanto, GALLO e MIYASAKA (21) trabalhando com feijão adubado obtiveram, a partir do início da formação de vagens concentrações de potássio nas folhas sempre maiores do que nas hastes. Pela figura 7 nota-se uma diminuição gradual na concentração das partes vegetativas até 140 dias. Nas vagens e sementes, a concentração aos 100 dias é de 2,50% e diminui aos 140 dias para 1,90%, mas sempre é maior do que nas partes vegetativas. HAMMOND (26), BORST e THATCHER (6), HENDERSON e KAMPRATH (36) também obtiveram decréscimo de concentrações nas partes ve

Quadro 7. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de potássio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
20	3,727	4,21	2,663	5,11	-	-	9,32
40	2,901	26,95	2,159	17,55	-	-	44,50
60	2,584	62,02	1,832	41,00	-	-	103,02
80	2,175	147,53	1,679	75,82	-	-	223,35
100	1,749	121,56	1,424	56,25	2,499	52,48	230,29
120	1,338	92,08	1,225	32,46	2,116	141,77	266,31
140	1,311	74,29	-	-	1,895	197,40	271,69

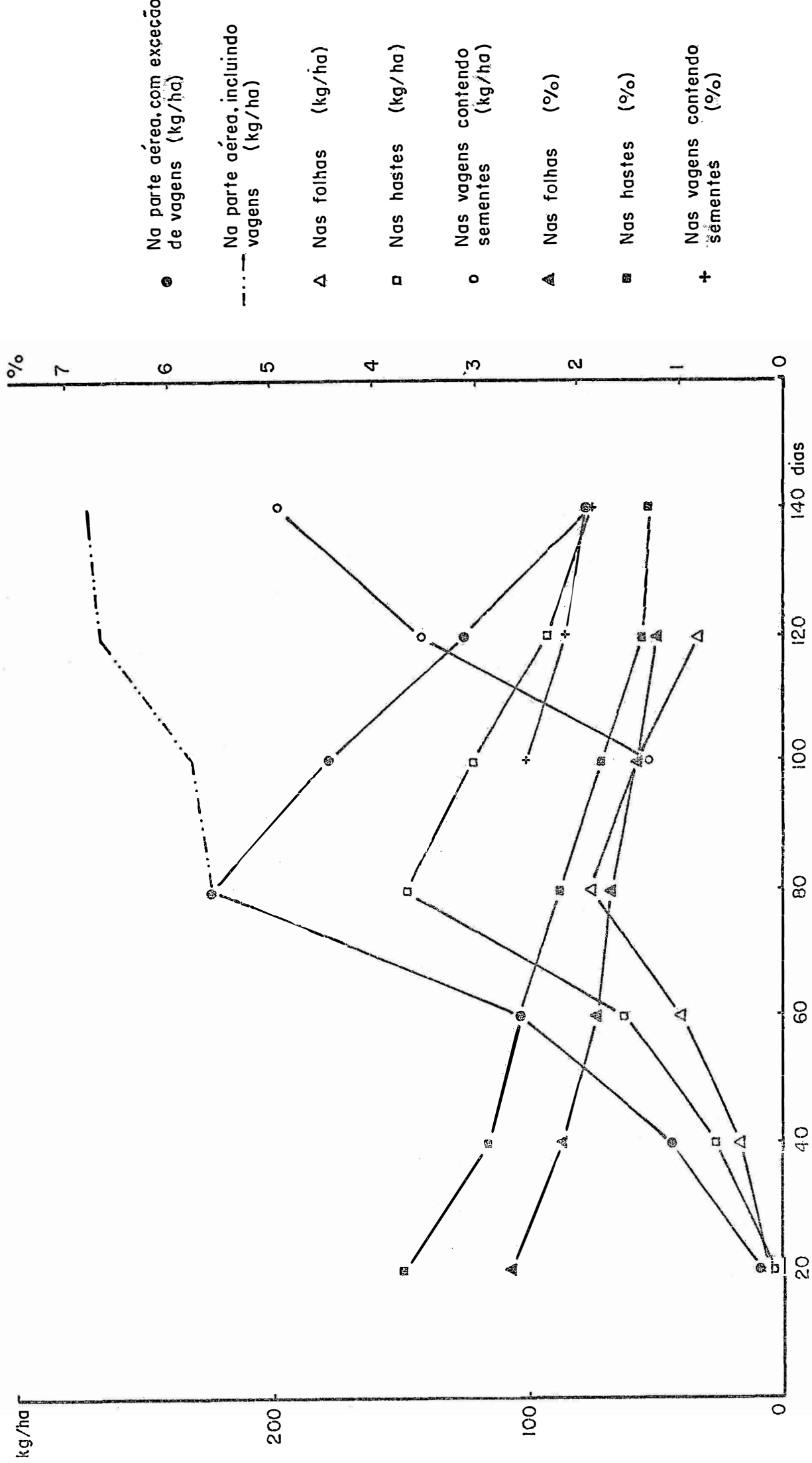


Figura 6 - Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de potássio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

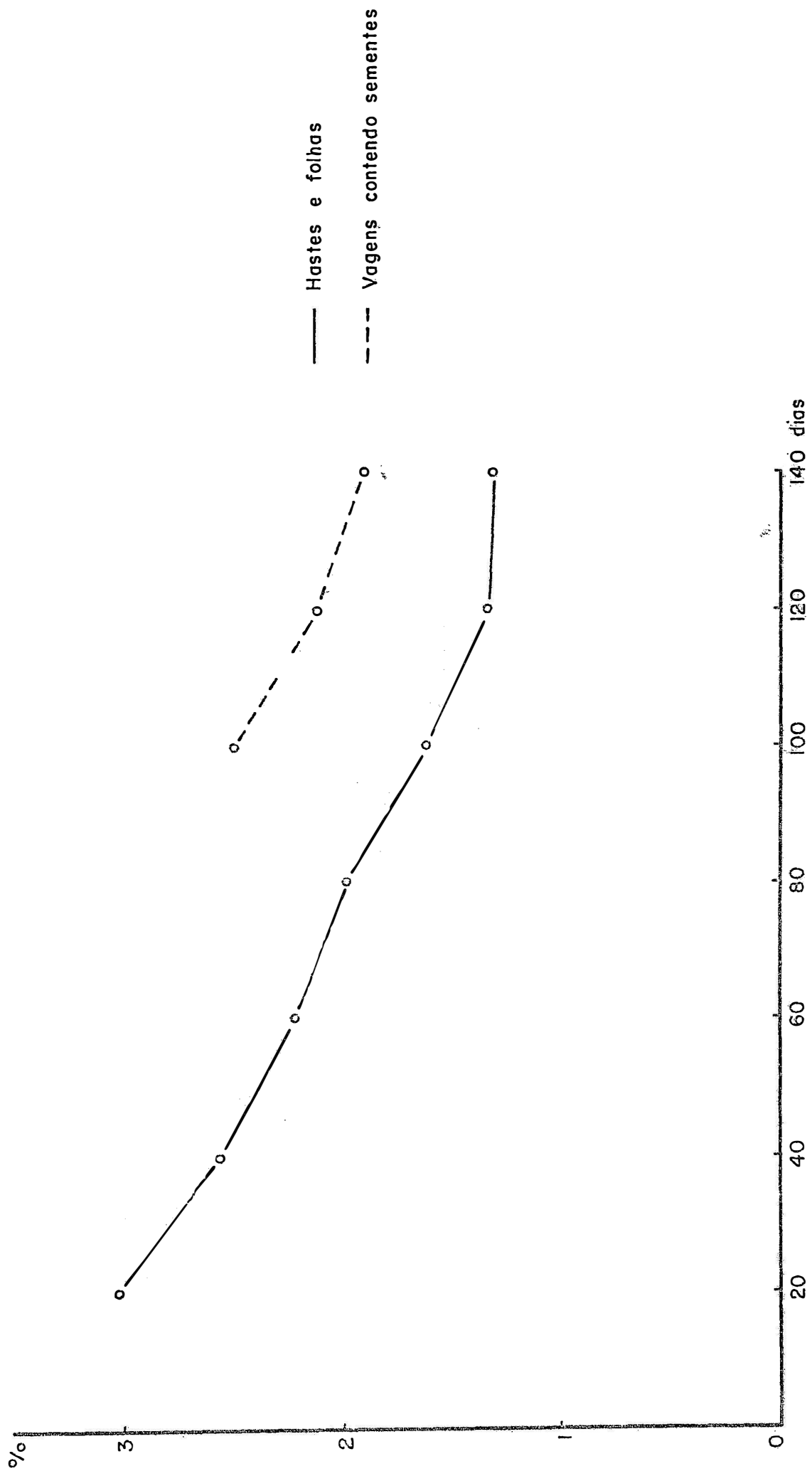


Figura 7. — Variação da porcentagem de potássio na soja, em função da idade da planta.

getativas e nas vagens com sementes durante o período de granação.

A concentração de cálcio, nas hastes, é sempre menor do que nas folhas (quadro 8 e figura 8). Nas hastes há uma diminuição de 1,90 para 0,88% até 120 dias; no entanto, nas folhas permanece estável até 80 dias (com exceção aos 40 dias) após o que, há um aumento gradativo, chegando a 3,14% aos 120 dias. Tanto HAMMOND (26), como GALLO et. alii. (20), trabalhando com soja, acentuaram que o maior acúmulo de cálcio situa-se nas folhas e, portanto, estas constituem a parte vegetativa mais importante para a avaliação dos teores desse elemento na planta.

As concentrações do cálcio nas hastes e folhas na pré-floração são de 1,50% e 2,46%; na floração de 1,17% e 2,20%; e no início da formação de vagens de 0,99 e 2,18%, respectivamente. Os resultados obtidos por HASHIMOTO e OKAMOTO (34) mostraram que na pré-floração há uma variação de 1,60 a 1,90% nas hastes e 2,30 a 2,60% nas folhas; na floração de 1,50 a 1,90% nas hastes e 2,20 a 3,30 nas folhas, enquanto que na granação os valores variam de 0,70 a 1,60% nas hastes e de 2,00 a 2,40% nas folhas. Nota-se que os dados obtidos são semelhantes aos do Japão e diferem somente nos valores das hastes na floração.

Pela figura 9 pode-se observar que na parte vegetativa há uma ligeira variação nas concentrações de 20 a 120 dias. De 120 a 140 dias, há uma queda na concentração, o que poderá ser atribuído à queda das folhas. HAMMOND (26) verificou que as folhas caídas apresentavam teor elevado de cálcio e magnésio e baixo em nitrogênio, fósforo e potássio.

A concentração de magnésio nas hastes e folhas (quadro 9 e figura 10) é praticamente igual no início, isto é, aos 20 dias, mas aos 40 dias há um repentino aumento, que é maior nas hastes do que nas folhas. Daí em diante, há uma ligeira queda e a concentração nas folhas apresenta-se pouco superior do que nas hastes. A partir de 40 dias as concentrações na parte vegetativa são sempre maiores do que nas vagens contendo sementes

Quadro 8. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de cálcio em diversas partes de soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
20	1,896	2,14	2,212	4,25	-	-	6,39
40	1,503	13,96	2,459	19,99	-	-	33,95
60	1,168	28,03	2,201	49,26	-	-	77,29
80	0,997	67,63	2,181	98,49	-	-	166,12
100	0,957	66,51	2,463	97,29	1,018	21,38	185,18
120	0,884	58,64	3,142	83,26	1,007	67,47	209,37
140	0,920	52,14	-	-	0,975	101,57	153,71

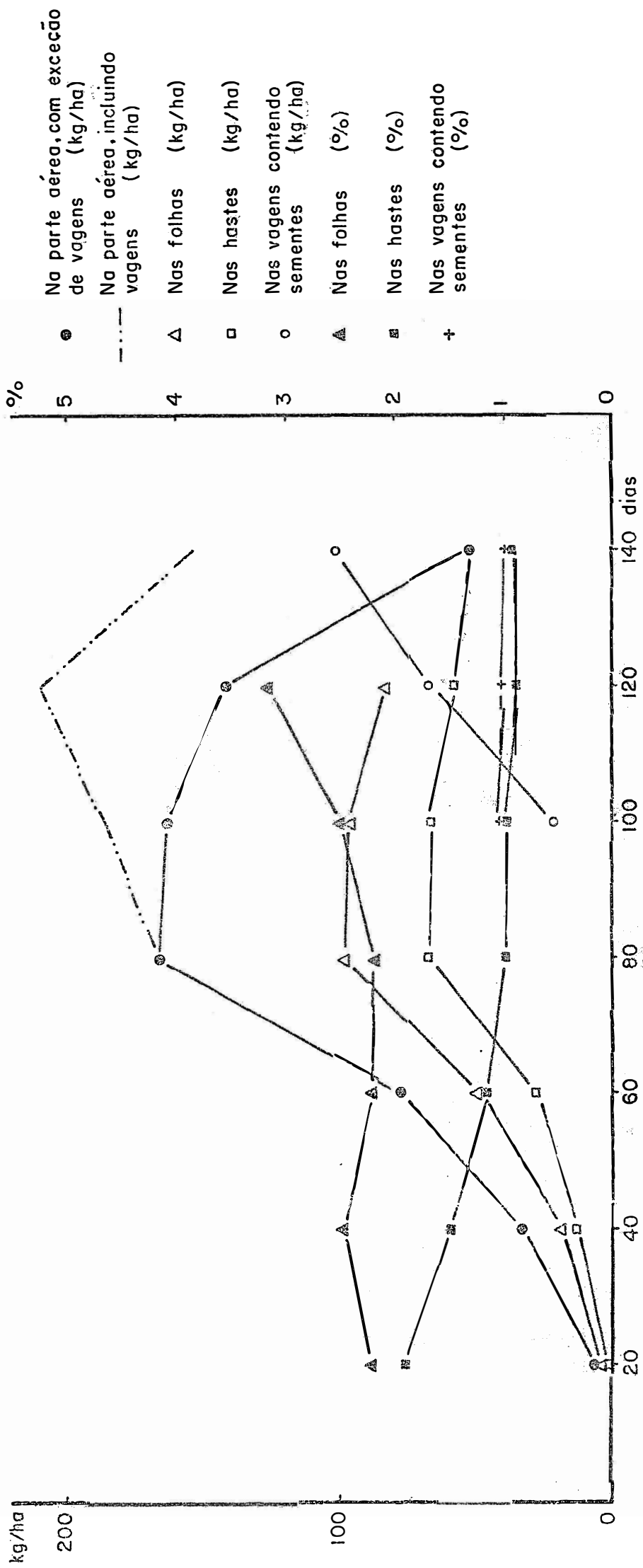


Figura 8 - Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de cálcio em diversas partes da soja.

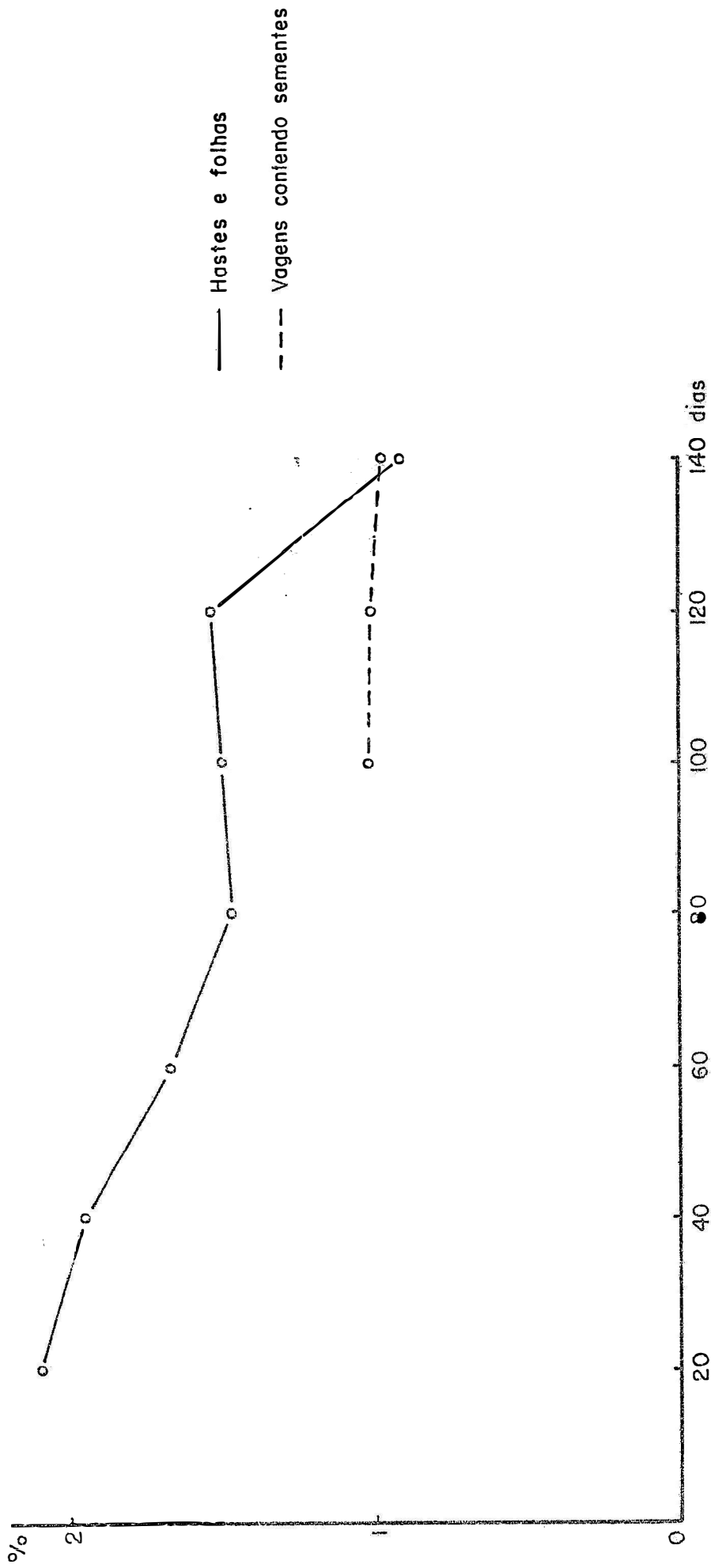


Figura 9. — Variação da porcentagem de cálcio na soja, em função da idade da planta

Quadro 9. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de magnésio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
20	0,140	0,16	0,132	0,25	--	--	0,41
40	0,531	4,93	0,450	3,66	--	--	8,59
60	0,401	9,62	0,433	9,69	--	--	19,31
80	0,357	24,22	0,340	15,35	--	--	39,57
100	0,368	25,58	0,439	17,34	0,282	5,92	48,84
120	0,354	23,48	0,407	10,79	0,286	19,16	53,43
140	0,420	23,80	--	--	0,262	27,29	51,09

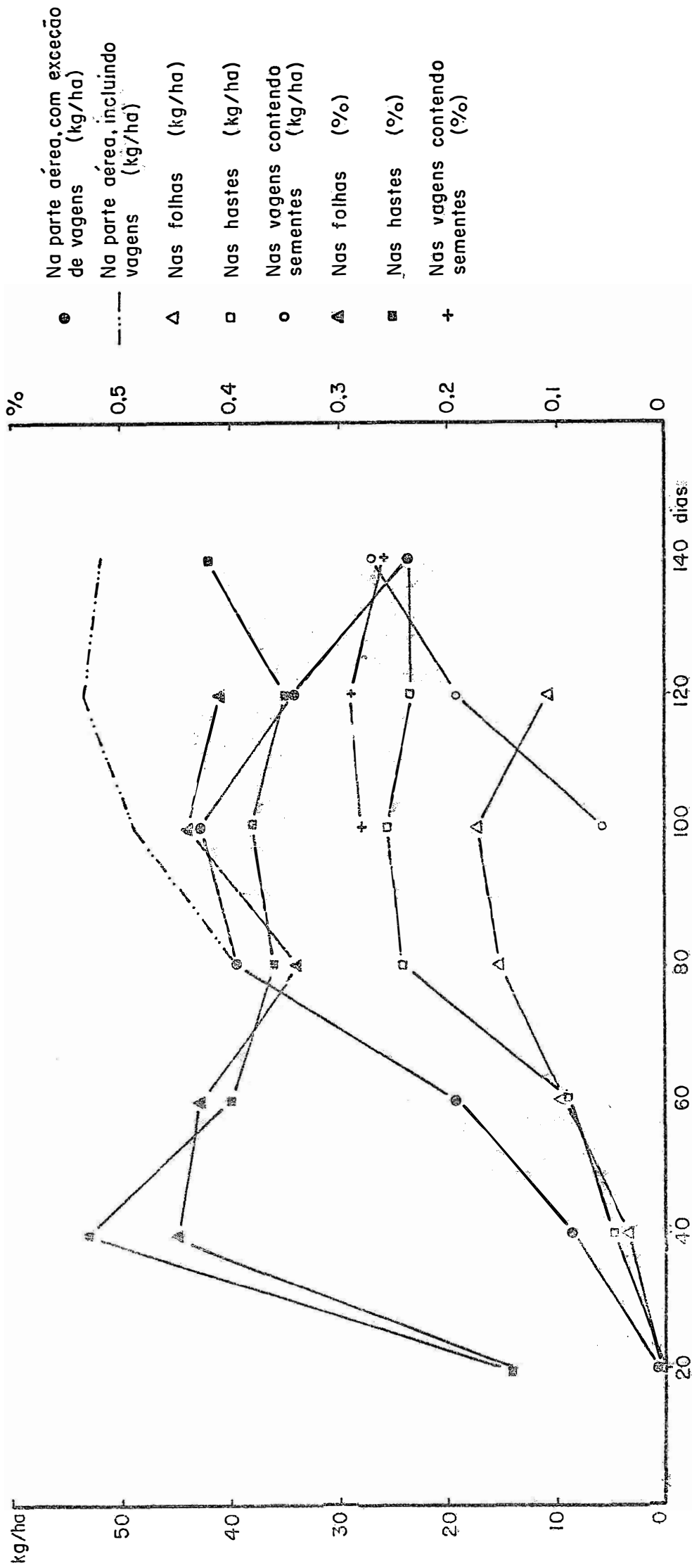


Figura 10 - Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de magnésio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

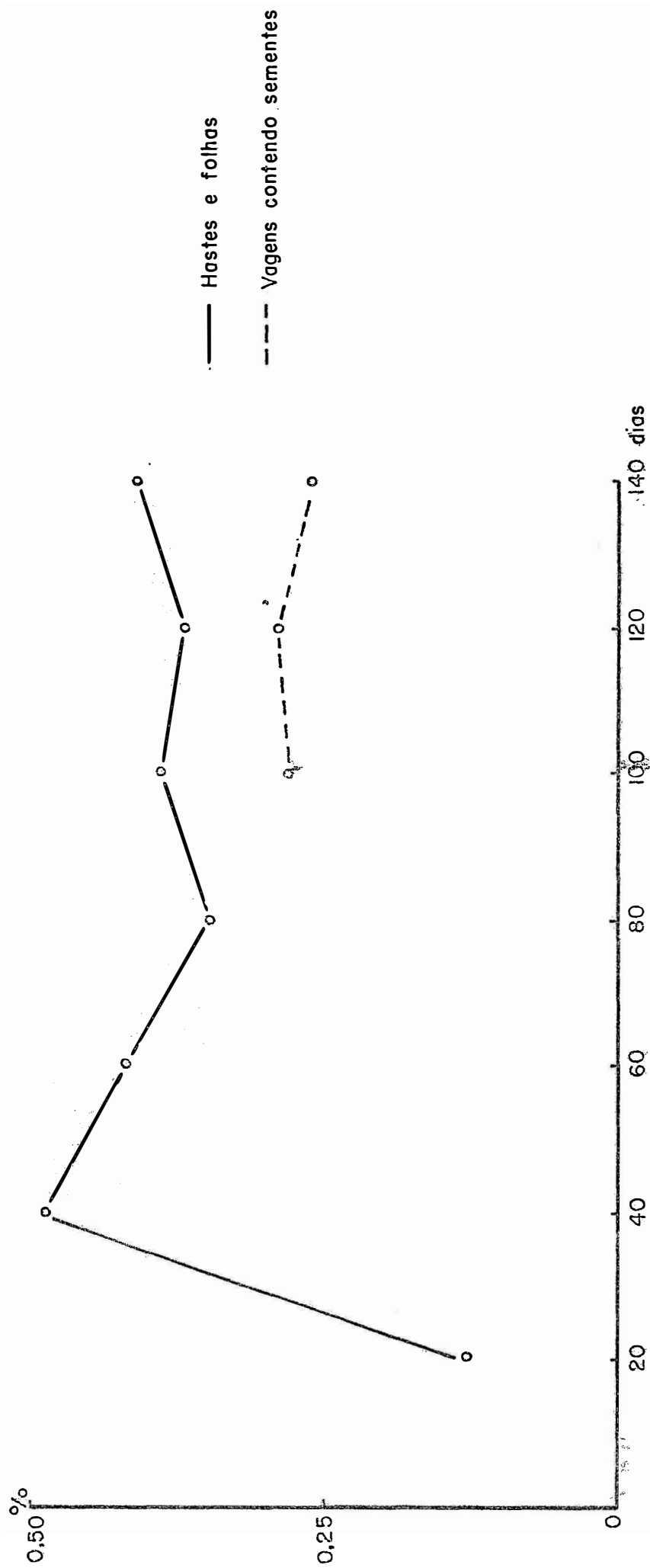


Figura 11 - Variação da porcentagem de magnésio na soja, em função da idade da planta.

(figura 11).

No caso do enxôfre, pode-se observar através dos dados do quadro 10 e figuras 12 e 13, que há sempre uma tendência para o conteúdo do nutriente diminuir gradativamente, do início ao fim do ciclo vegetativo da planta. Nos períodos de pré-floração, floração e granação as diferenças entre concentrações de hastes e folhas não são marcantes. As concentrações na parte aérea, incluindo vagens e sementes nos vários estágios de seu desenvolvimento, variam de 0,15 a 0,24% de enxôfre. AUSTIN (3), trabalhando em Michigan, obteve uma variação na concentração de 0,22 a 0,32%, para soja plantada no campo e em estufa. Os dados compilados por BEESON (4) mostram uma variação mais ampla, de 0,12 a 0,52%, enquadrando-se os dados, aqui obtidos, perfeitamente nos limites apresentados. A concentração na parte produtiva foi sempre superior a das partes vegetativas.

4.3. Absorção dos macronutrientes

A curva de crescimento da soja, até a época da queda das primeiras folhas, como mencionado antes, divide-se em três períodos bem definidos, que correspondem a modificações no desenvolvimento fisiológico das plantas. Parece lógico, portanto, separar os dados de acúmulo de matéria seca e nutrientes, de acôrdo com essas fases do crescimento. Os dados, determinados em cada período, acham-se no quadro 11 e são ilustrados graficamente nas figuras 14 e 15.

No primeiro período, analisando-se a coluna de porcentagem total para os três períodos do quadro 11 e figura 14, a absorção dos nutrientes é relativamente mais rápida do que o acúmulo de matéria seca. A maior absorção, durante esse período, é do potássio e a menor, a do magnésio.

A maior produção de matéria seca, ocorre no segundo período. Durante esse período, isto é, da floração ao início da fase de formação das vagens, a absorção de nitrogênio, fósforo

Quadro 10. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de enxôfre em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
20	0,251	0,28	0,230	0,44	-	-	0,72
40	0,188	1,75	0,205	1,67	-	-	3,42
60	0,170	4,08	0,185	4,14	-	-	8,22
80	0,149	10,11	0,159	7,18	-	-	17,29
100	0,135	9,38	0,140	5,53	0,246	5,17	20,08
120	0,107	7,10	0,110	2,92	0,285	19,10	29,12
140	0,087	4,93	-	-	0,265	27,61	32,54

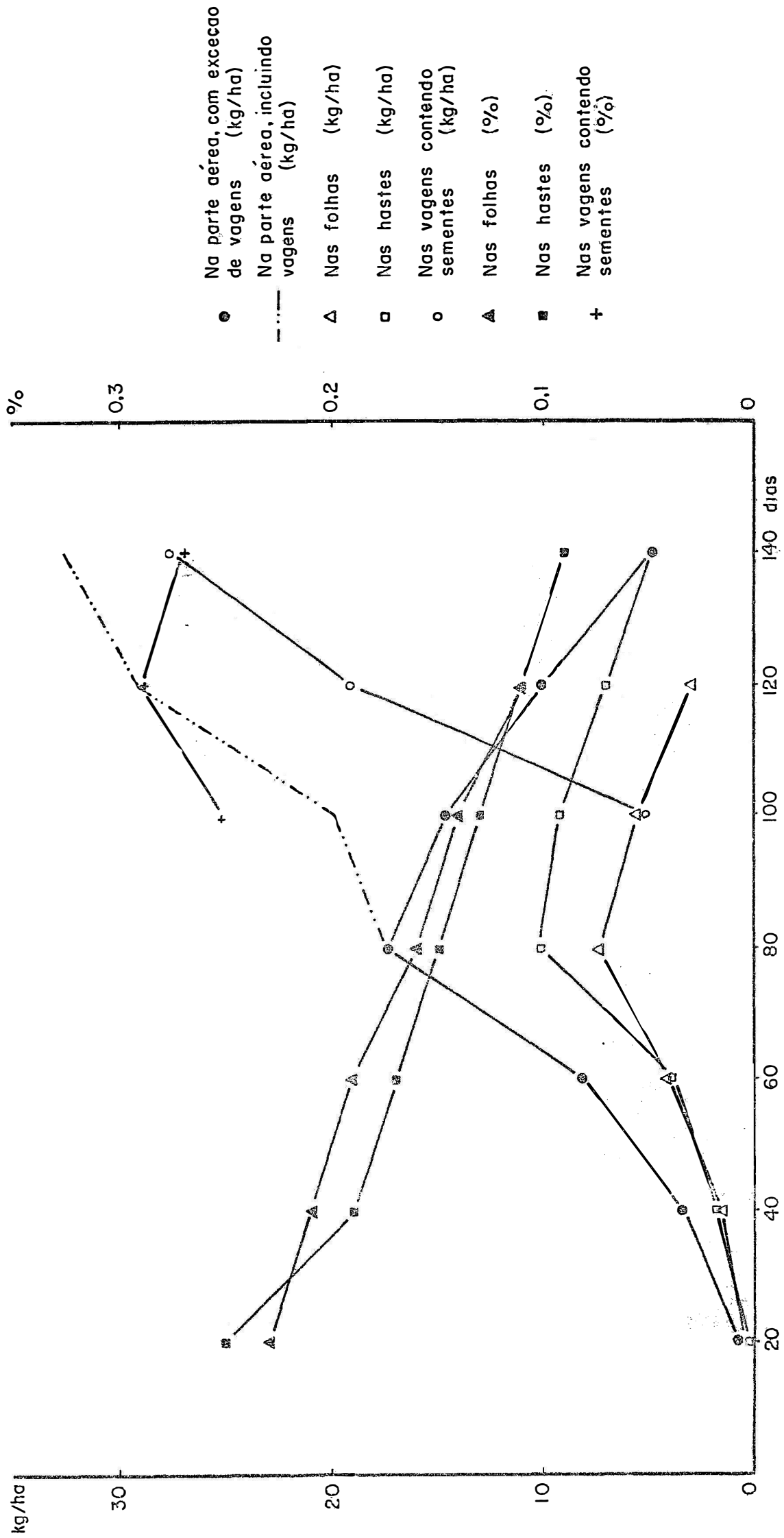


Figura 12 - Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de enxôfre em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

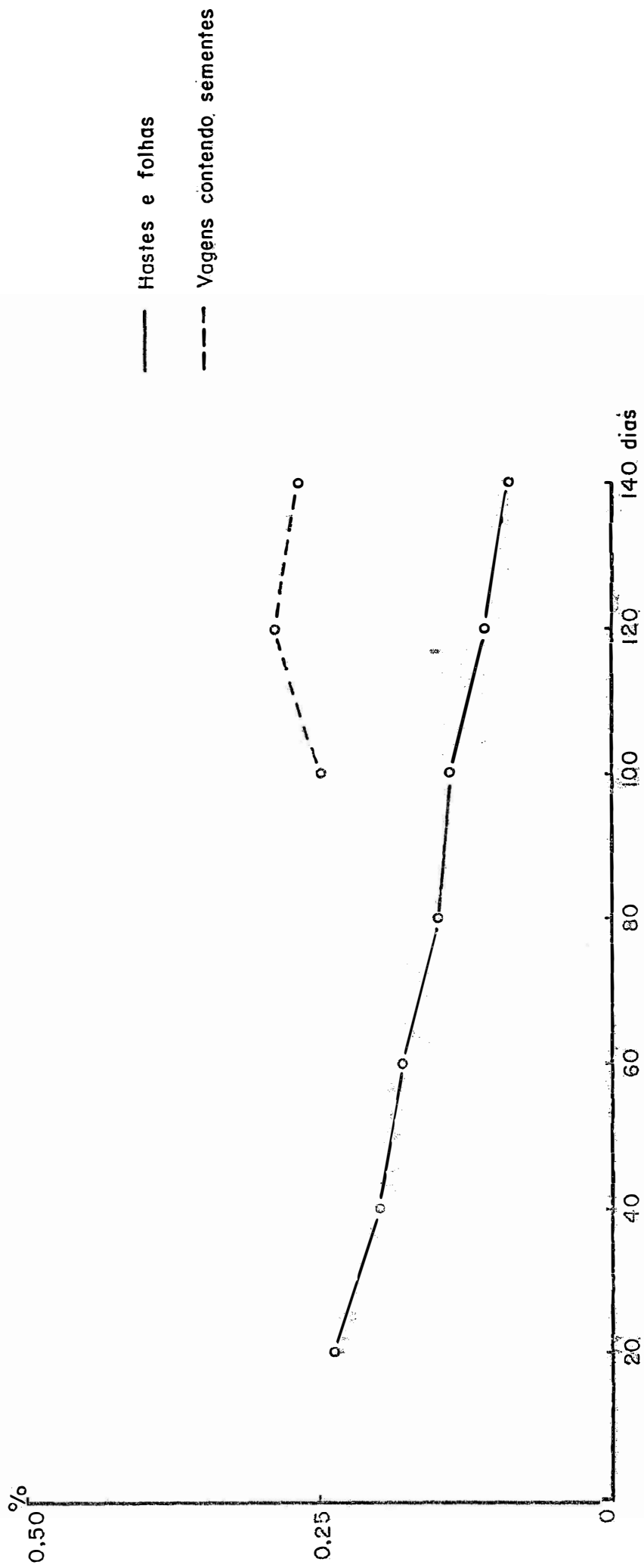
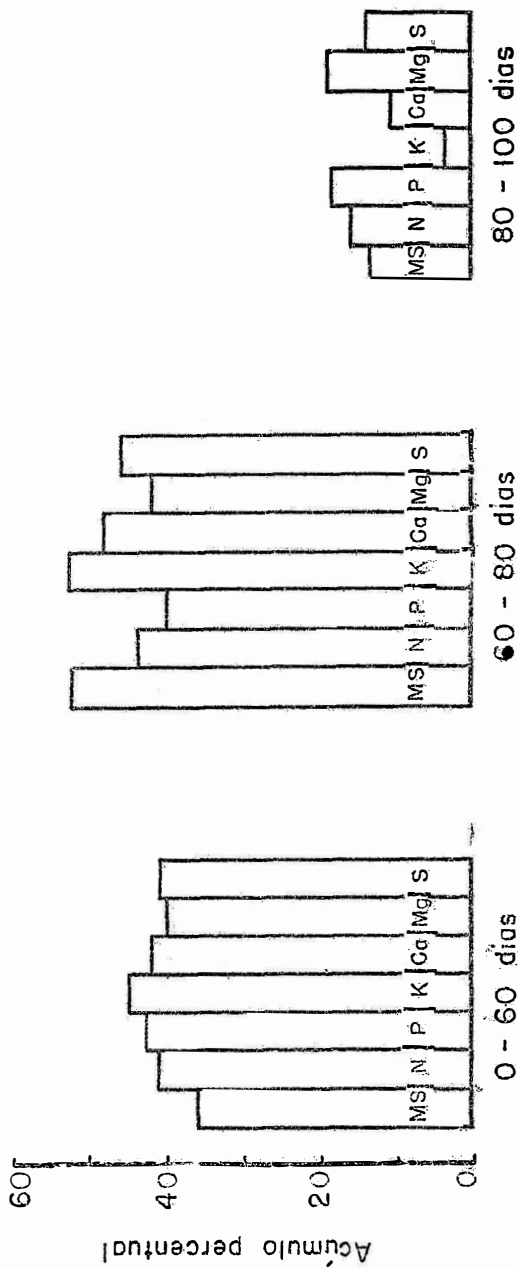


Figura 13 ... Variação da porcentagem de enxôfre na soja , em função da idade da planta .

Quadro 11. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes durante os três períodos do ciclo da soja, com preendido entre 0-60 dias; 60-80 dias e 80-100 dias.

Características	P e r í o d o s					
	0 - 60 dias		60 - 80 dias		80 - 120 dias	
	Total kg/ha	kg/ha/dia % do total dos três períodos	Total kg/ha	kg/ha/dia % do total dos três períodos	Total kg/ha	kg/ha/dia % do total dos três períodos
Matéria seca	4638	77,30	6661	333,05	1701	85,05
Nitrogênio	125,01	2,08	131,69	6,58	48,68	2,43
Fósforo	11,06	0,18	10,38	0,52	4,73	0,24
Potássio	103,02	1,72	120,33	6,02	6,94	0,35
Cálcio	77,29	1,29	88,83	4,44	19,06	0,95
Magnésio	19,31	0,32	20,26	1,01	9,27	0,46
Enxôfre	8,22	0,14	9,07	0,45	2,79	0,14



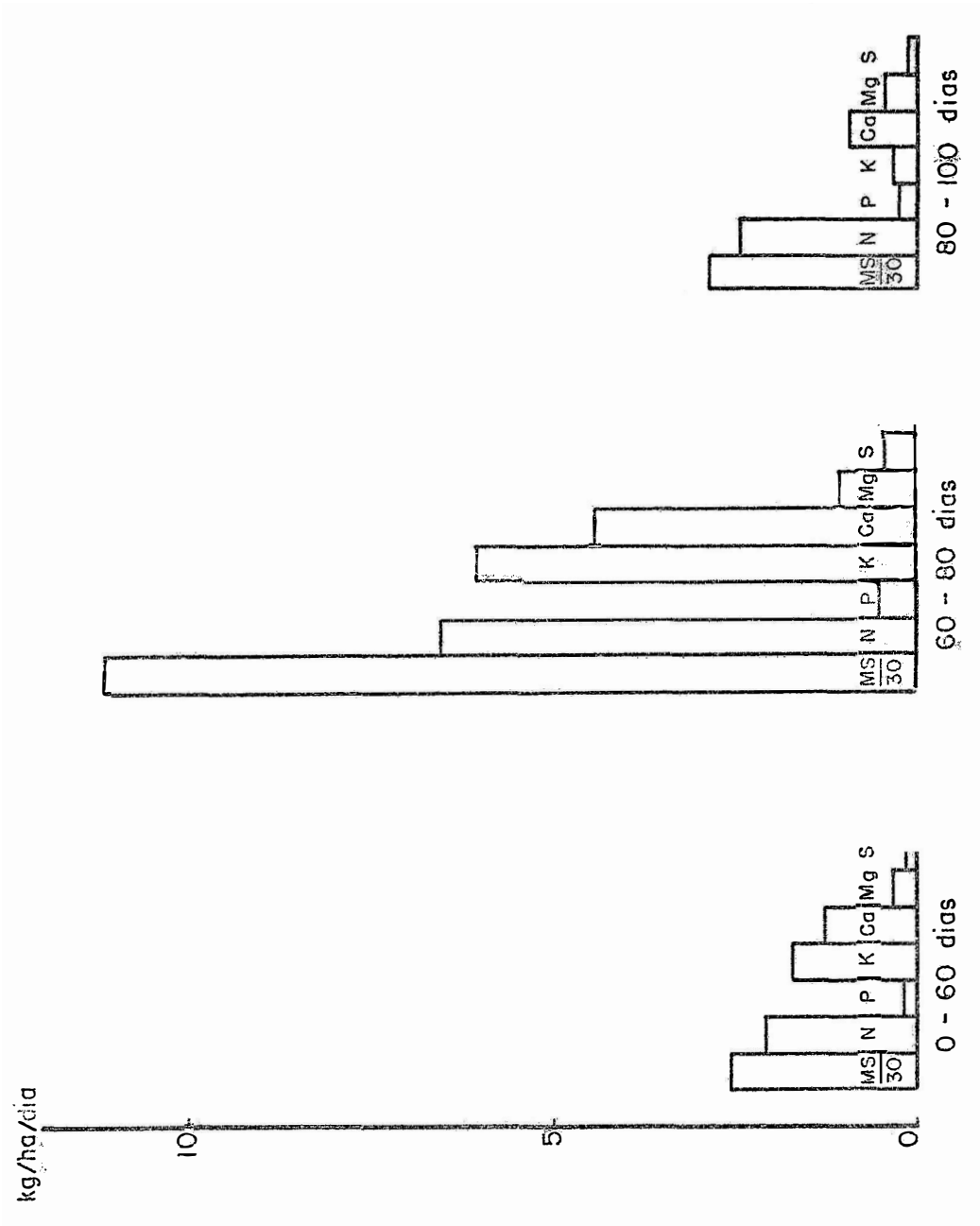


Figura 15 - Acúmulo diário de matéria seca e nutrientes na soja em quilogramas por hectare, nos períodos entre 0 a 60, 60 a 80 e 80 a 100 dias.

e magnésio é quase igual a do primeiro período. A maior absorção, durante este período, é de potássio, seguida pelo cálcio e enxôfre.

No terceiro período, a produção de matéria seca e a absorção dos elementos é menor do que nos dois períodos anteriores. Neste estágio, a planta absorve magnésio e fósforo em maior quantidade e há um decréscimo muito grande na absorção de potássio, que chega a 3,01%.

Os três períodos de crescimento da soja podem ser convenientemente usados para o estudo da taxa média de absorção por dia. As taxas de produção de matéria seca e de absorção de nutrientes, em quilos por hectare, por dia, também estão indicados no quadro 11 e ilustradas, gráficamente, na figura 15. Tanto a taxa de produção de matéria seca (333,05 kg/ha/dia), como a de absorção de nutrientes, são maiores no segundo período, do que nos outros dois.

No segundo período, necessita-se nitrogênio em quantidades maiores que qualquer outro elemento, com a taxa de absorção de 6,58 kg/ha/dia. O potássio e o cálcio são colocados em segundo e terceiro lugares, enquanto que o magnésio, fósforo e enxôfre ocupam os quarto, quinto e sexto lugares, respectivamente, com 6,02; 4,44; 1,01; 0,52 e 0,45 kg/ha/dia.

No terceiro período, a absorção de potássio e cálcio é menor do que no primeiro, sendo igual ou maior para os outros elementos.

Dos elementos avaliados, o nitrogênio acumula-se em maior quantidade, num total de 626,85 kg por hectare (quadro 5 e figura 2). O acúmulo de nitrogênio, segue uma modalidade semelhante ao da curva de acúmulo de matéria seca. Há uma taxa de aumento gradativo de nitrogenio na porção vegetativa, até atingir o pico aos 80 dias, após o qual há um declínio. Isto indica que o nitrogênio transloca-se das partes vegetativas às vagens e sementes, durante o período de granação, conforme se vê na figura 2 e 3.

A figura 4 mostra as curvas relativas à variação de quantidade de fósforo nas várias partes da planta, estando os dados indicados no quadro 6. Há um aumento gradativo e consistente de acumulação de fósforo, até o pico aos 80 dias e, daí por diante, há uma diminuição nas partes vegetativas da planta enquanto que o fósforo total aumenta. O acúmulo total de fósforo atinge 44,17 kg/ha. Há uma considerável translocação da porção vegetativa às vagens e sementes. Isto é evidenciado pelo aumento na concentração nestas, o que confirma a figura 5. O acúmulo de fósforo segue uma modalidade semelhante ao do nitrogênio.

As curvas relativas à variação de quantidade de potássio, nas várias partes da planta, são evidentes na figura 6 e nos dados do quadro 7. O total de potássio absorvido, no fim do ciclo vegetativo, é de 271,69 kg/ha, mostrando ser o segundo elemento de acordo com a quantidade absorvida. Há uma taxa relativamente rápida de acúmulo de potássio na porção vegetativa até atingir o pico aos 80 dias, após o qual, há um declínio muito brusco da absorção, representado por uma linha quase reta. Na figura 7 na parte vegetativa nota-se um decréscimo na concentração, do início até aos 140 dias. O aumento mais rápido de matéria seca faz com que a porcentagem de potássio decresça.

O acúmulo de cálcio, durante o ciclo da planta, é mostrado na figura 8 e no quadro 8. Houve um aumento consistente, até que a taxa de acúmulo atingiu o pico, aos 80 dias. O acúmulo total de cálcio é de 153,71 kg/ha. De 80 a 120 dias, o índice de aumento é menor na planta total e, de 120 a 140 dias, um decréscimo acompanha a parte vegetativa. A figura 9 mostra que, durante o último estágio de desenvolvimento, há pouca variação na concentração da porção vegetativa (com exceção de 120 a 140 dias, onde o declínio na concentração é devido à queda das folhas), como também nas vagens e sementes.

A figura 10 mostra as curvas relativas a variação de quantidade de magnésio pelas várias partes da planta, com os da

dos no quadro 9. O total de magnésio acumulado atinge 51,09 kg/ha, e o acúmulo na parte vegetativa continua até 100 dias. Como foi visto com o cálcio, o magnésio também sofre um decréscimo entre os 120 e 140 dias. O acúmulo de magnésio nas hastes, a partir de 80 dias, é sempre maior do que nas folhas. Na figura 11, verifica-se que a concentração na porção vegetativa, de 60 a 140 dias, é relativamente constante, enquanto que nas vagens com sementes não ha variação.

O acúmulo de enxôfrenas fases sucessivas de crescimento, é demonstrado no quadro 10 e figura 12. O total de enxôfre, absorvido durante o ciclo vegetativo da planta é de 32,54 kg/ha. O acúmulo de enxôfre na parte vegetativa atinge o pico aos 80 dias, após o que há uma diminuição. A absorção total pela planta (partes vegetativas e, vagens com sementes) é crescente até 120 dias; daí por diante o índice de aumento diminui. A figura 13, mostra que a concentração da porção vegetativa é decrescente, o que indica que o acúmulo de matéria seca é mais rápido que a absorção de enxôfre.

Observa-se, ainda, pelos dados dos quadros 7, 8, 9 e 10, que a maior absorção dos elementos potássio, cálcio, magnésio e enxôfre, respectivamente, nas vagens e sementes, ocorre entre 100 e 120 dias.

Uma vez que o ensaio foi conduzido em condições de campo, a variação na absorção de elementos pode ter sido, principalmente, influenciada pelas alterações de umidade e temperatura do solo. Deve-se considerar, também, a possível perda de nutrientes através de lavagem das folhas pelas chuvas (48, 71, 79). As variações na concentração e absorção de certos nutrientes, em determinadas épocas, podem ser explicadas como consequência dos fatores acima mencionados.

4.4. Acúmulo relativo de macronutrientes em comparação ao de matéria seca.

Os acúmulos relativos de fósforo e nitrogênio, demons-

trados pelas curvas, revelam que, apesar de serem muito semelhantes, são menos rápidos do que os de matéria seca (figura 16).

Do início do período de crescimento até 120 dias, o acúmulo de potássio é mais rápido do que o da matéria seca (figura 16). Entretanto, mais tarde, na fase de granação, o acúmulo de matéria seca é maior.

O acúmulo de cálcio é sempre maior do que o de matéria seca, até 120 dias (figura 17). Houve uma diminuição do acúmulo, entre 120 e 140 dias, o que se deve à queda de folhas, quando as plantas atingem a maturidade. A maior concentração de cálcio está nas folhas. Desde que a maior parte do cálcio está presente como pectato, uma substância de cimentação das paredes celulares, seu acúmulo será paralelo ao da matéria seca.

Como no caso do cálcio, o acúmulo de magnésio também é mais rápido do que o da matéria seca (figura 17) até 120 dias, após o que é menor do que este último. A diminuição, apesar de não tão intensa quanto a do cálcio, também se deve à queda de folhas entre 120 e 140 dias, quando a planta atinge a maturidade.

O acúmulo de enxôfre é menos rápido que o da matéria seca (figura 17). Como o enxôfre também é constituinte da semente, não é de se surpreender que o seu acúmulo seja semelhante ao do fósforo.

4.5. Concentração de micronutrientes e alumínio

Da mesma maneira que se adotou para macronutrientes, dividiu-se o ciclo vegetativo da soja em fases, para o estudo da concentração dos micronutrientes.

Os dados sobre a concentração do boro acham-se no quadro 12 e ilustrados na figura 18. Nas hastes, há uma queda apreciável do teor de boro, entre os 20 e 40 dias, após o qual, a diminuição é constante e regular até o final do ciclo vegeta-

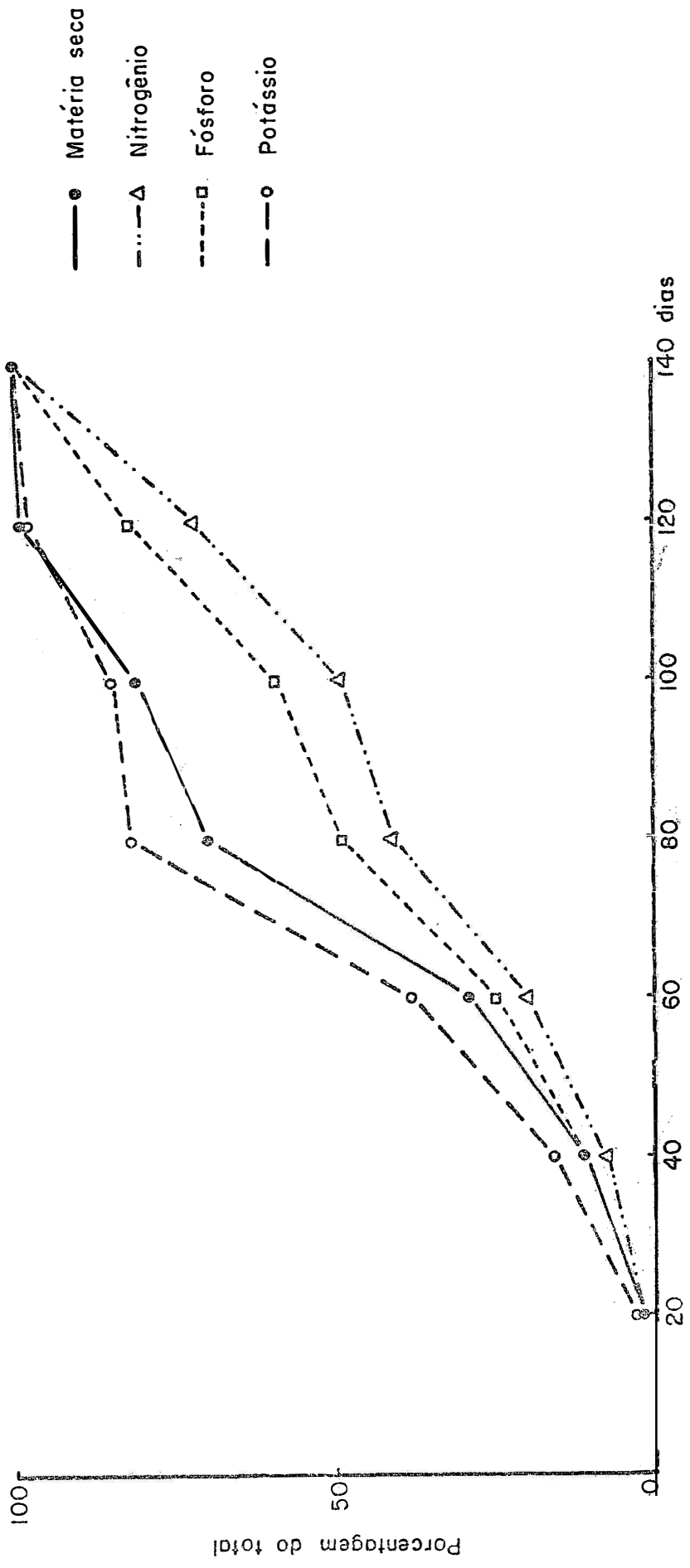


Figura 16 - Porcentagens acumuladas de matéria seca, nitrogênio, fósforo e potássio na soja, no período compreendido entre 20 e 140 dias.

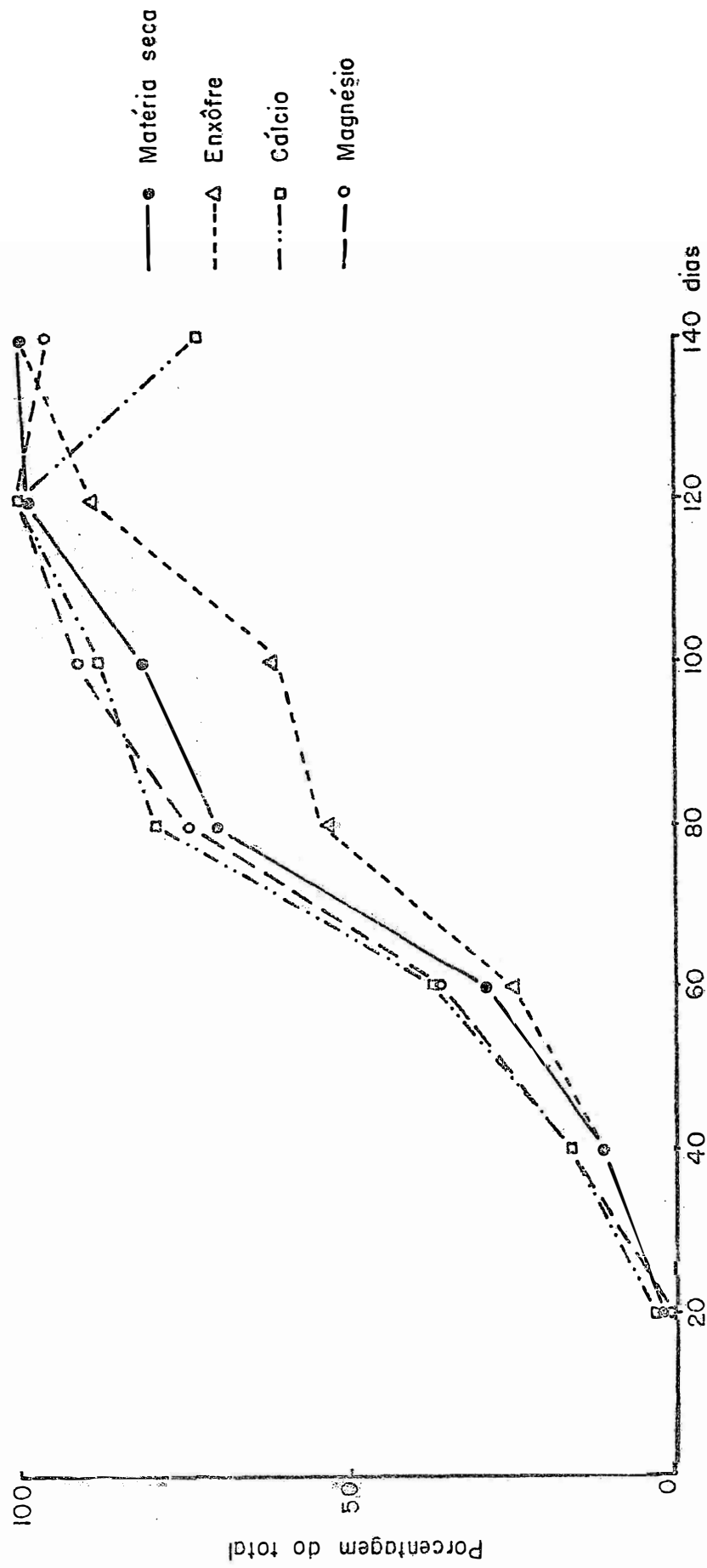


Figura 17 - Porcentagens acumuladas de matéria seca, enxôfre, cálcio e magnésio na soja, no período compreendido entre 20 e 140 dias.

Quadro 12. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de boro em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	63,7	7,20	75,4	14,48	-	-	21,68
40	41,1	38,18	86,7	70,49	-	-	108,67
60	36,7	88,08	87,9	196,72	-	-	284,80
80	29,6	200,78	80,3	362,63	-	-	563,41
100	25,6	177,92	72,6	286,77	80,8	169,68	634,37
120	23,2	153,91	67,8	179,67	79,1	529,97	863,55
140	20,6	116,74	-	-	74,7	778,15	894,89

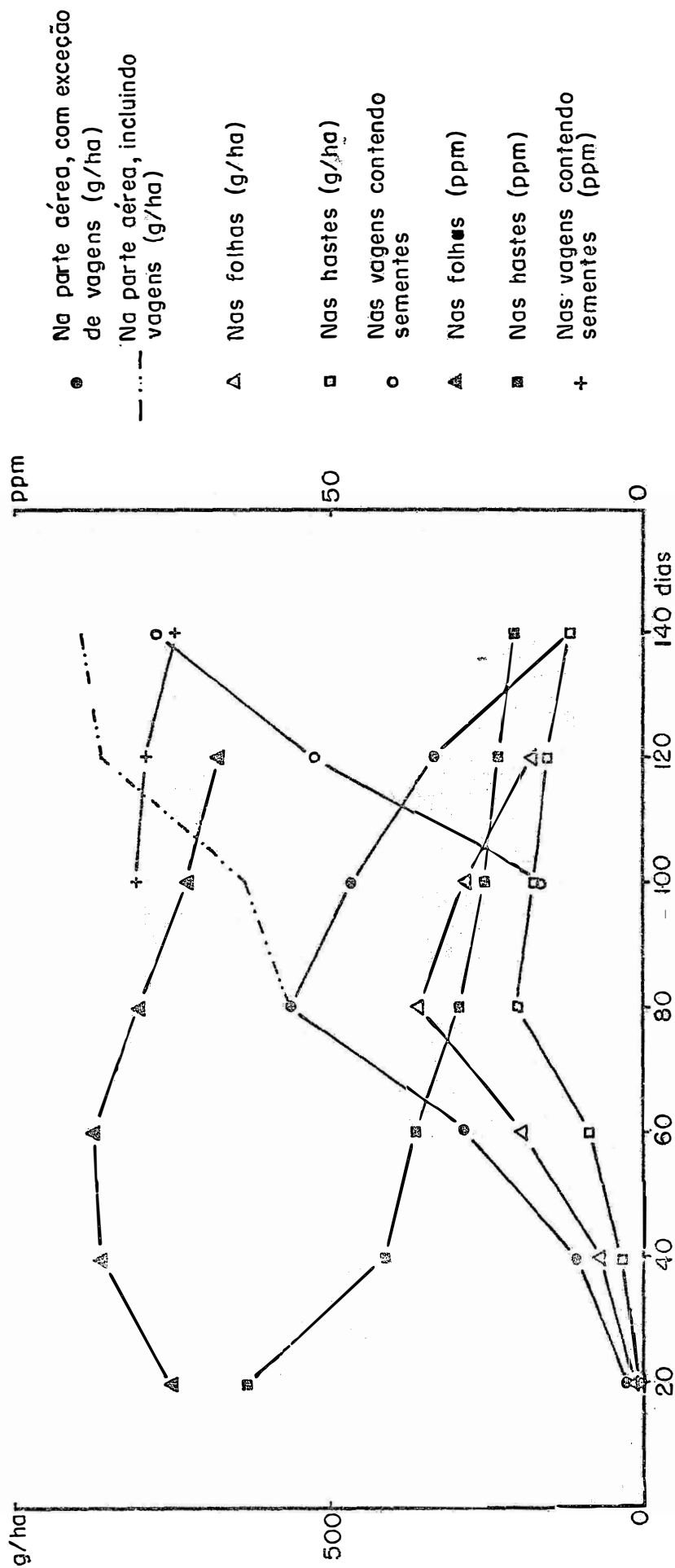


Figura 18 -Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de boro, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

tivo. Nas folhas, ao contrário, a concentração aumenta e atinge o máximo aos 60 dias e após o que apresenta um decréscimo. As concentrações nas folhas são sempre maiores do que nas hastes. Nas vagens, contendo sementes, há um decréscimo a partir de 100 dias. OLHROGGE (56) relata que a concentração na parte aérea da soja, varia de 20 a 100 ppm para uma nutrição normal. A concentração observada durante o ciclo vegetativo varia de 48,8 a 71,1 ppm, o que está perfeitamente dentro dos limites citados. A figura 19 refere-se às concentrações nas partes vegetativas. Observa-se que de 20 a 40 dias há um decréscimo na concentração; de 40 a 60 dias estabilidade e de 60 a 140 dias há uma redução. Deve-se esta redução na concentração, de 100 a 140 dias, à intensa queda de folhas na maturação. A concentração nas vagens, contendo sementes, é sempre maior que nas partes vegetativas.

Os dados do quadro 13 e figura 20 mostram que a maior concentração do cloro ocorre nas vagens e sementes, entre 100 e 140 dias. Nas folhas e hastes, o teor de cloro é maior aos 20 dias e há um decréscimo de 65% e 73% respectivamente, até 80 dias, após os quais a diminuição é mais lenta. O teor nas folhas é sempre maior do que nas hastes. Na figura 21 também se observa esta redução nas partes vegetativas.

A variação na concentração de cobre nas folhas é pequena mas a tendência é sempre para diminuir com a maturação da planta, ao passo que a variação nas hastes é maior (quadro 14 e figura 22). Os teores de cobre, nas vagens e sementes, aumentam até à maturidade, e são sempre maiores do que nas partes vegetativas (figura 23).

As concentrações de ferro, até 40 dias, nas hastes e folhas, são altas (quadro 15 e figura 24). Provavelmente isso pode ser devido à contaminação do solo, pois o Latossolo Roxo contém uma alta concentração de ferro (64). A partir de 60 dias a concentração nas hastes decresce de 297,5 a 102,1 ppm, enquanto que nas folhas há um acréscimo entre 60 e 80 dias, seguindo-se

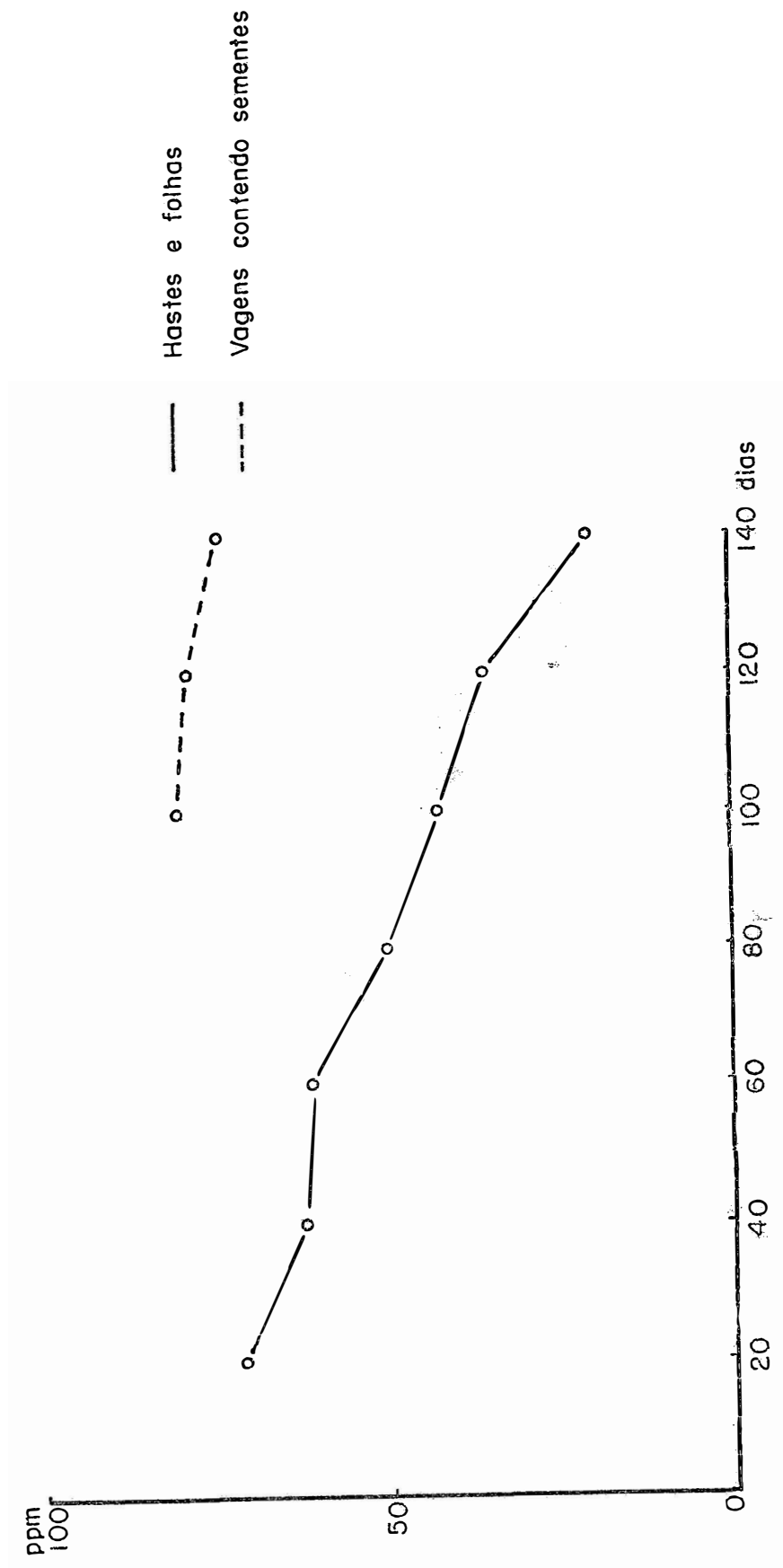


Figura 19 - Variação da concentração (ppm) de boro na soja, em função da idade da planta.

Quadro 13. Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de cloro em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	kg/ha
20	0,072	0,08	0,115	0,22	-	-	0,30
40	0,057	0,53	0,071	0,58	-	-	1,11
60	0,036	0,86	0,058	1,30	-	-	2,16
80	0,019	1,29	0,040	1,81	-	-	3,10
100	0,017	1,18	0,035	1,38	0,114	2,39	4,95
120	0,007	0,46	0,032	0,85	0,117	7,84	9,15
140	0,008	0,45	-	-	0,113	11,77	12,22

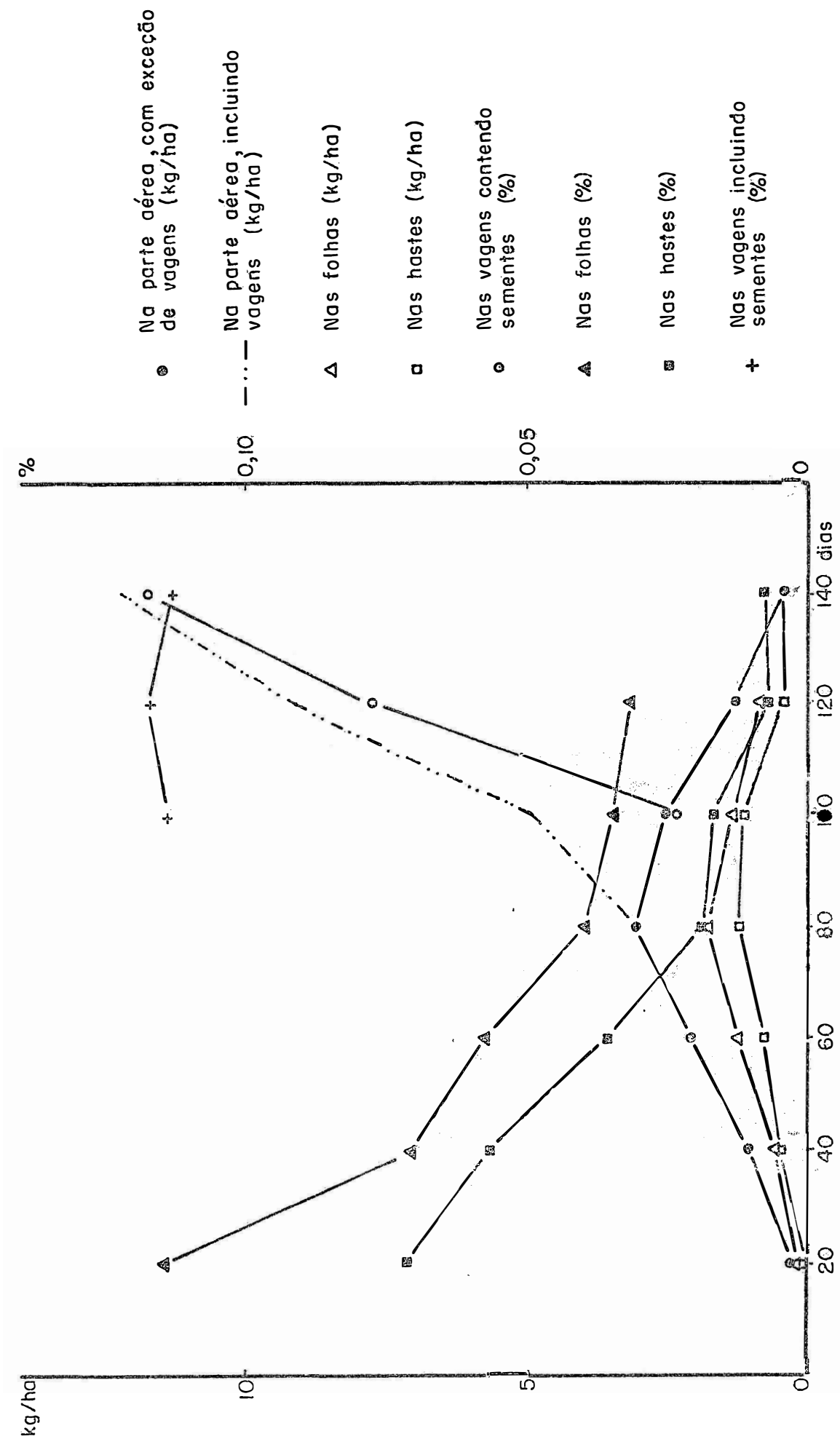


Figura 20 - Variação na concentração (%) e na quantidade (kg/ha) de cloro, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

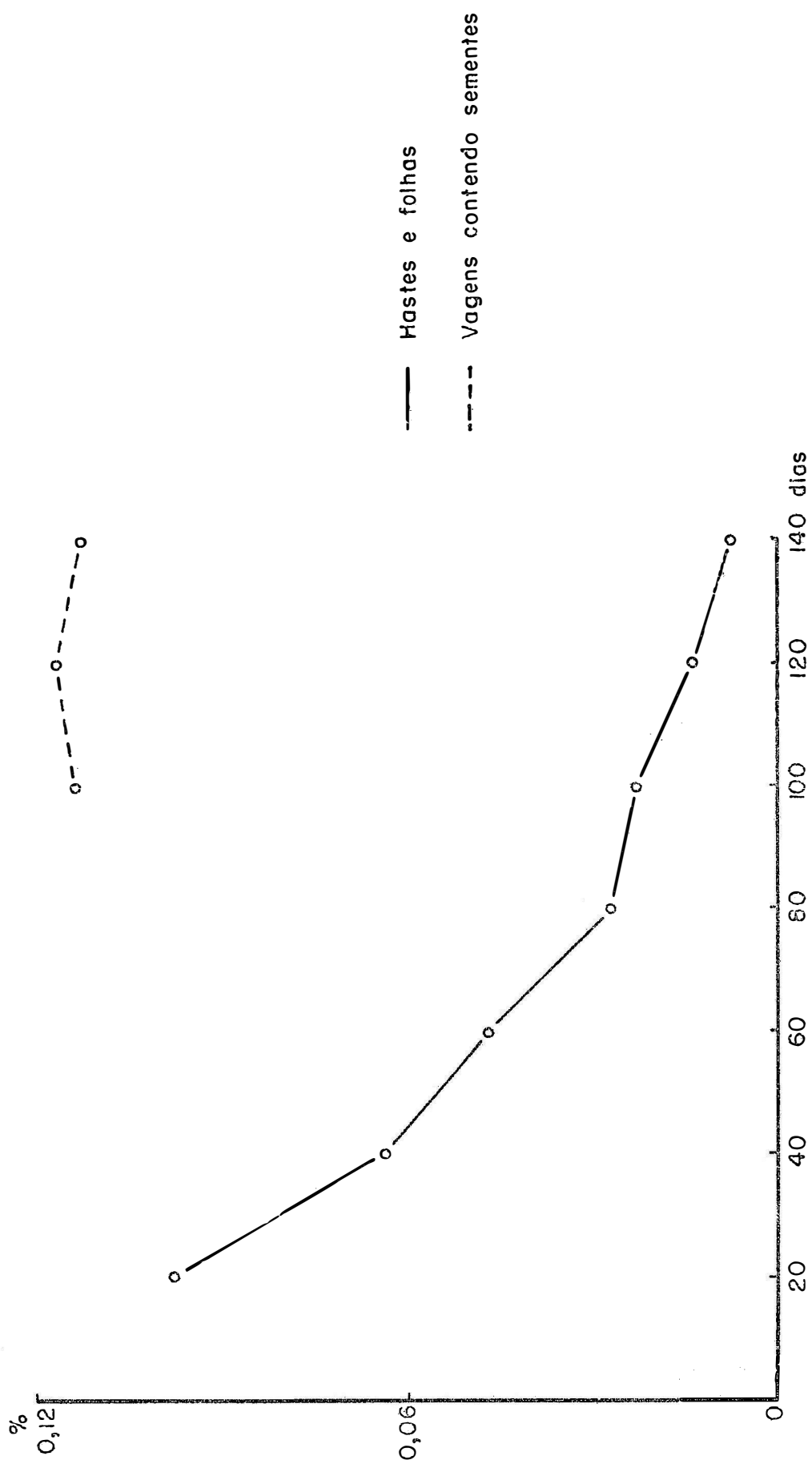


Figura 21 — Variação na concentração (%) de cloro na soja, em função da idade da planta.

Quadro 14. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de cobre em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	27,8	3,14	17,1	3,28	-	-	6,42
40	13,1	12,17	15,7	12,76	-	-	24,93
60	9,6	23,04	14,3	32,00	-	-	55,04
80	7,9	53,59	14,6	65,93	-	-	119,52
100	6,8	47,26	12,2	48,19	10,7	22,47	117,92
120	5,8	38,48	10,6	28,09	12,0	80,40	146,97
140	5,9	33,44	-	-	14,1	146,88	180,32

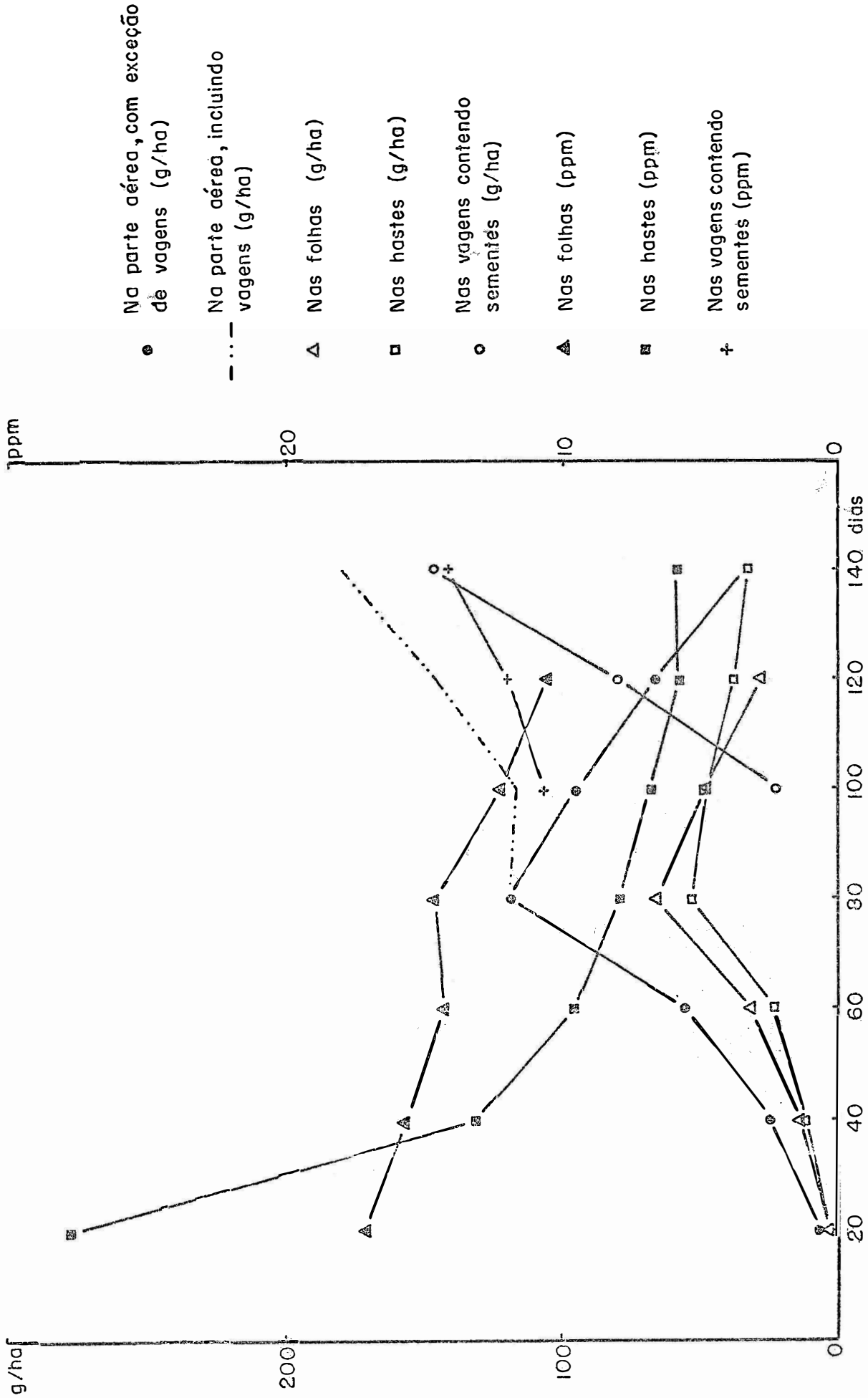


Figura 22 - Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de cobre, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

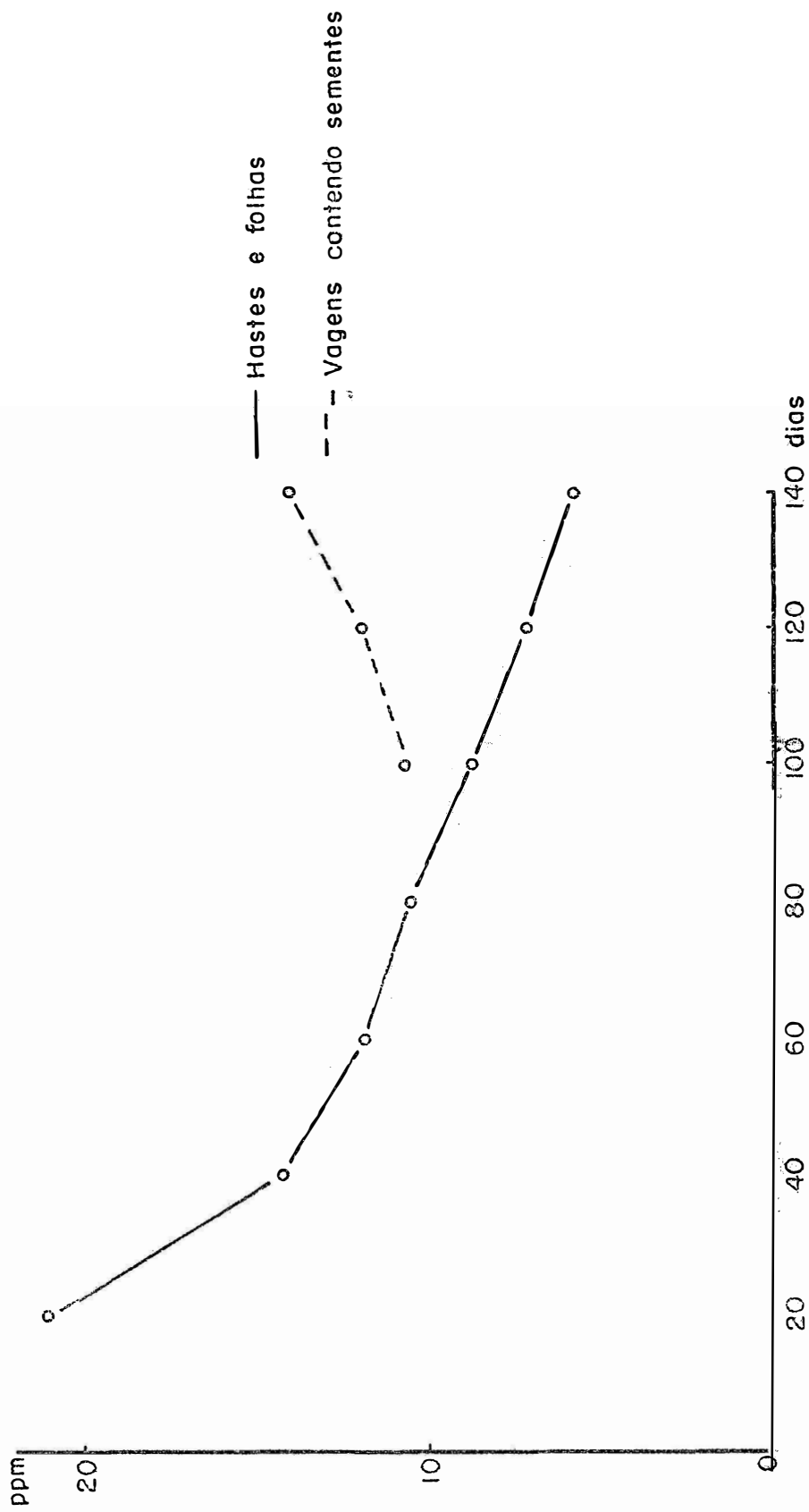


Figura 23 - Variação da concentração (ppm) de cobre na soja, em função da idade da planta.

Quadro 15. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de ferro em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	2180,8	246,43	1107,8	212,70	-	-	459,13
40	905,7	841,39	981,5	797,96	-	-	1639,35
60	297,5	714,00	308,2	689,75	-	-	1403,75
80	175,0	1187,03	429,4	1939,17	-	-	3126,20
100	122,3	849,99	352,3	1391,58	33,7	70,77	2312,34
120	118,3	784,80	350,9	929,89	33,3	223,11	1937,80
140	102,1	578,60	-	-	31,7	330,22	908,82

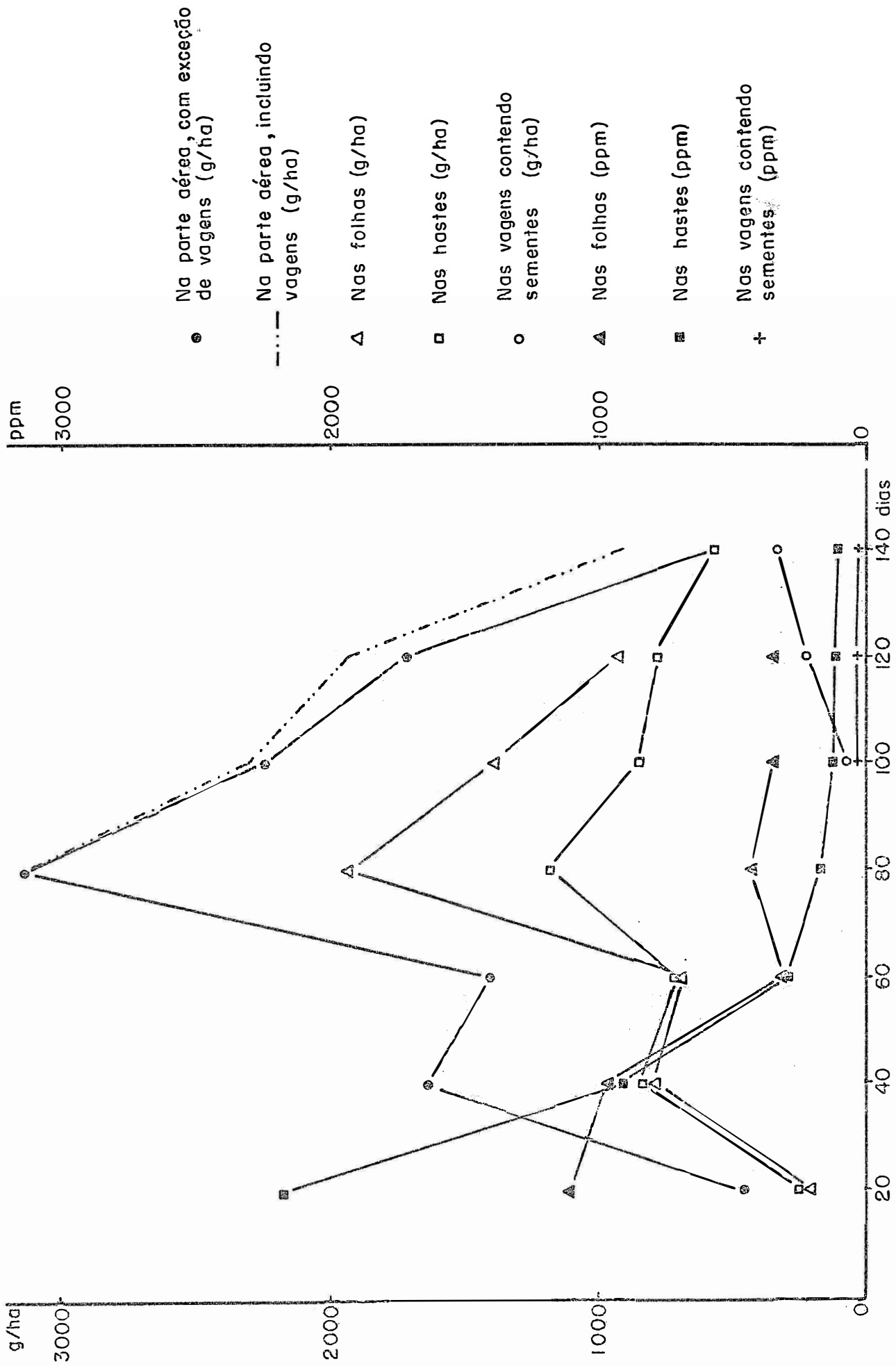


Figura 24 - Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de ferro, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

decréscimo. Observa-se, também, que a maior concentração de ferro está nas folhas. A partir de 80 dias é sempre maior que o dobro da concentração nas hastes e dez vezes aquela que se apresenta na vagens e sementes a partir de 100 dias. A figura 25 mostra que o teor nas partes vegetativas é mais alto que nas vagens que contém sementes não havendo variação na concentração destas últimas.

À exceção do sexagésimo dia, o teor de manganês nas folhas é sempre maior que o dobro da concentração nas hastes e também nas vagens e sementes (quadro 16 e figura 26). A variação nas hastes é de 28,7 a 100,3 ppm e, nas folhas, de 100,3 a 254,1 ppm durante seu ciclo vegetativo. SNIDER (67), trabalhando em Illinois com soja, obteve a seguinte variação: nas hastes, de 7 a 69 ppm e, nas folhas, de 98 a 825 ppm, respectivamente.

A concentração de manganês nas folhas é mais alta aos 20 dias e cai para seu valor mais baixo aos 60 dias, o qual é de 100,3 ppm e depois aumenta gradualmente até atingir 167,7 ppm aos 120 dias. Nas hastes, a concentração mais alta também é aos 20 dias, porém, diminui gradualmente. A mesma tendência é apresentada pelas vagens e sementes, a partir de 100 dias. Na figura 27, observa-se o decréscimo do teor de manganês nas partes vegetativas, bem como nas vagens que contém sementes.

Devido à falta de material, não se fez análise química para molibdênio na primeira amostragem, mas apenas daí em diante (quadro 17 e figura 28). Quando comparado com dados semelhantes dos E.U.A., as concentrações parecem baixas. HAGSTROM e BERGER (25) relataram ensaios de campo em solos com pH 5,1, no norte de Wisconsin, em que plantas de soja com concentração de 1 ppm de molibdênio nas folhas não desenvolviam nódulos. Portanto, não havia fixação de nitrogênio e as plantas apresentavam amarelecimento. Utilizando-se 2 kg de Na_2MoO_4 por hectare, a concentração aumentou para 5,49 ppm, obtendo-se então uma perfeita nodulação e fixação de nitrogênio. GALLO et. alii. (23,

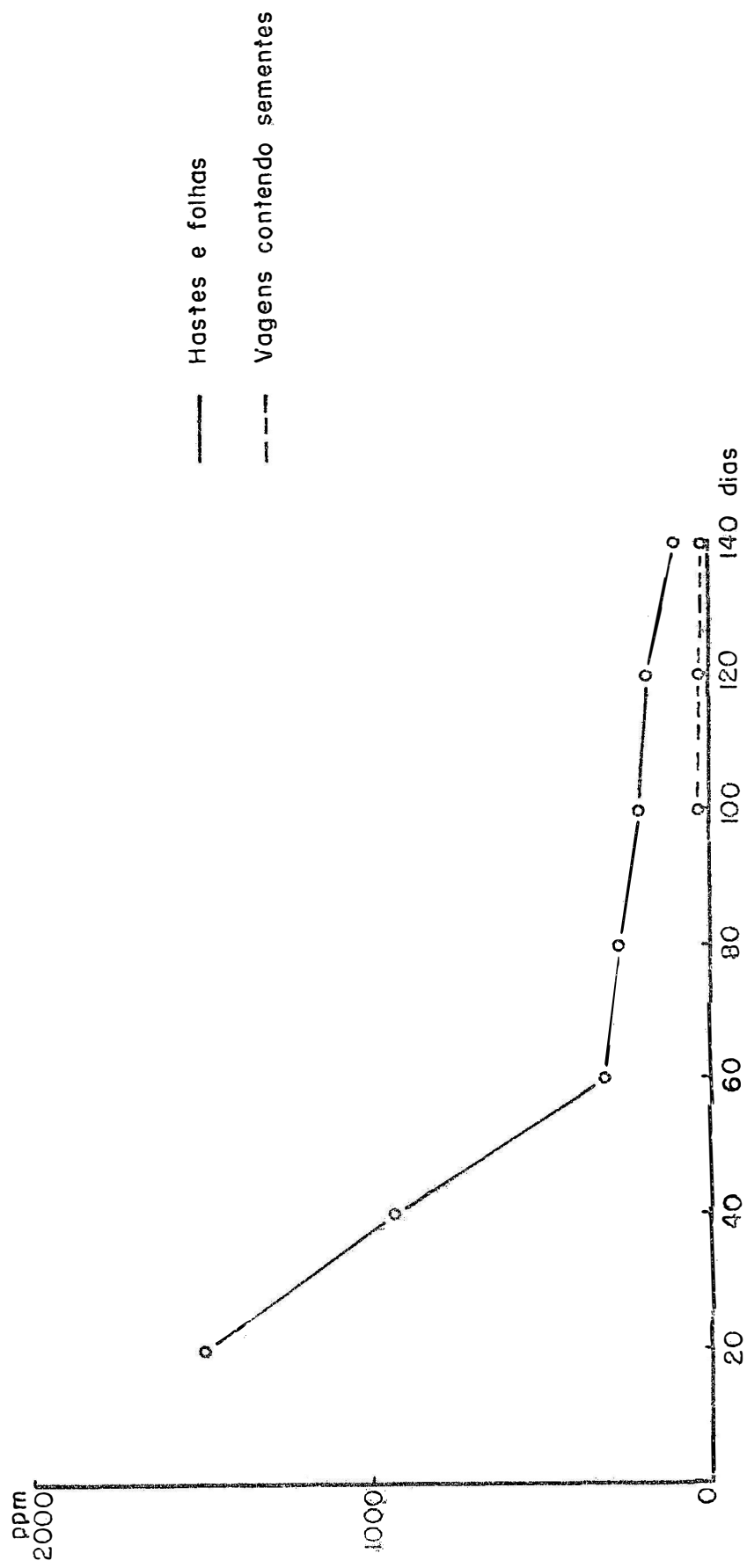


Figura 25. Variação da concentração (ppm) de ferro na soja, em função da idade da planta.

Quadro 16. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de manganês em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	100,3	11,33	254,1	48,79	-	-	60,12
40	77,4	71,90	237,3	192,92	-	-	264,82
60	54,4	130,56	100,3	224,47	-	-	355,03
80	41,8	283,53	111,5	503,53	-	-	787,06
100	35,4	246,03	142,9	564,46	61,6	129,36	939,85
120	28,7	190,40	167,7	444,41	53,5	358,45	993,26
140	30,1	170,58	-	-	41,6	433,35	603,93

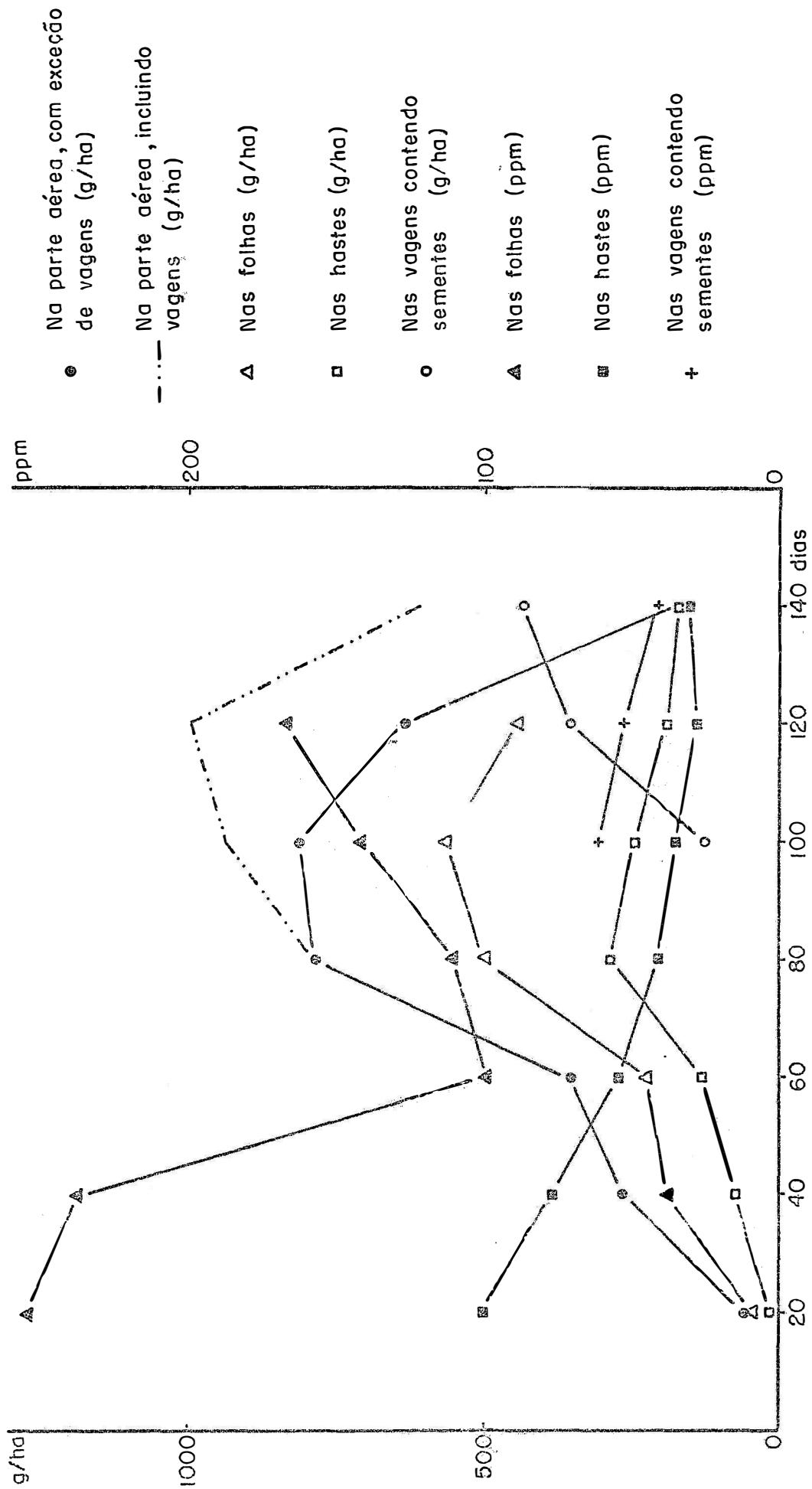


Figura 26 - Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de manganês, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

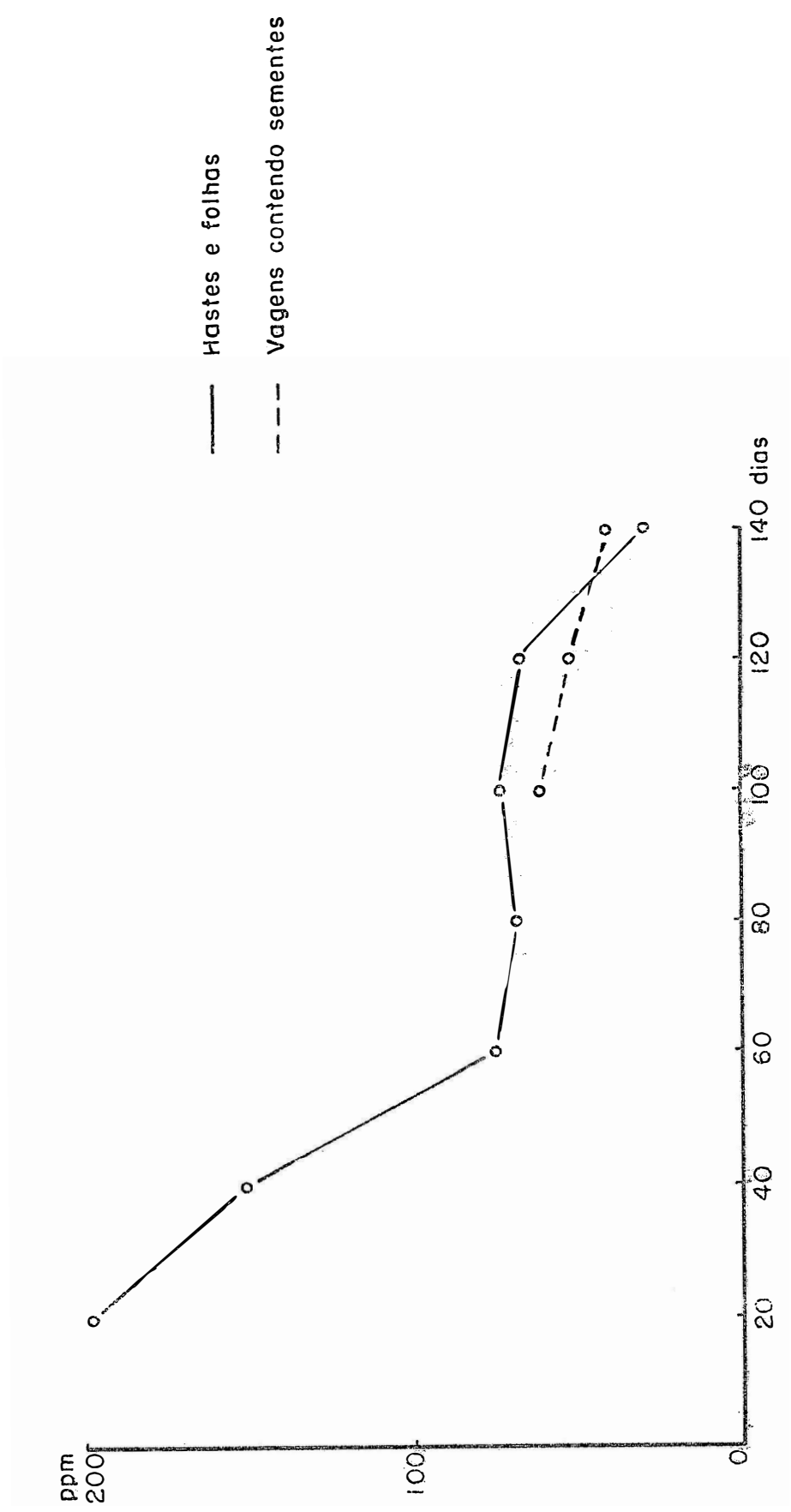


Figura 27 _Variação da concentração (ppm) de manganês na soja, em função da idade da planta.

Quadro 17. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de molibdênio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	-	-	-	-	-	-	
40	0,10	0,093	0,12	0,098	-	-	0,191
60	0,09	0,216	0,07	0,157	-	-	0,373
80	0,08	0,543	0,07	0,316	-	-	0,859
100	0,07	0,487	0,05	0,198	0,17	0,357	1,042
120	0,06	0,398	0,05	0,133	0,17	1,139	1,670
140	0,05	0,283	-	-	0,18	1,875	2,158

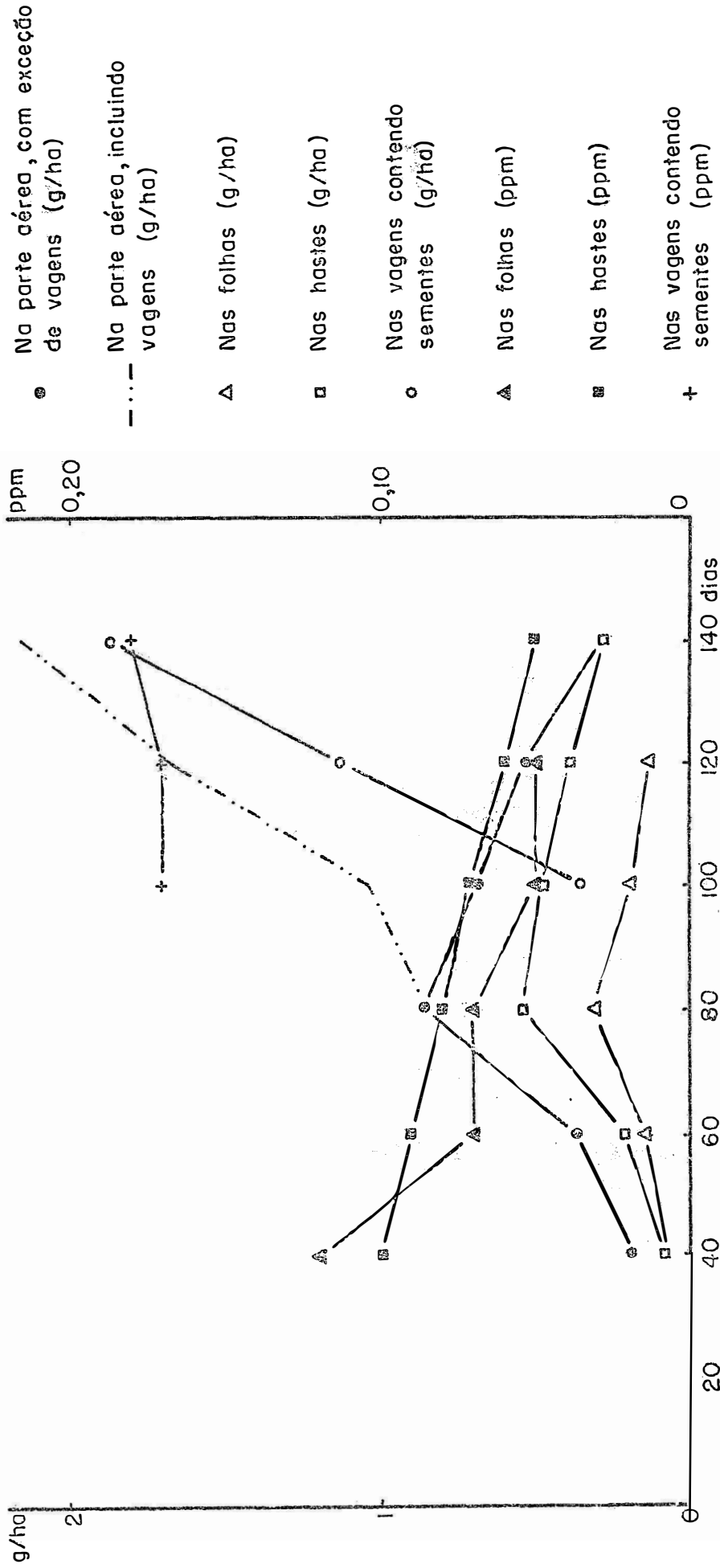


Figura 28 _Variação na concentração (ppm) na quantidade (g/ha) de molibdênio, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

22) trabalhando em Latosolo Roxo, com as culturas de café e de cana-de-açúcar, encontraram para o molibdênio, variações de 0,02 a 0,56 ppm e de 0,02 a 0,79 ppm, respectivamente. Para a cana-de-açúcar consideram-se como limites de suficiência, os valores entre 0,03 a 0,08 ppm.

Embora as concentrações determinadas para a soja, citadas no quadro 17, incluam os limites considerados para a cultura de cana-de-açúcar, deve-se observar que as culturas de café e a cana-de-açúcar são perenes, enquanto que a soja é anual.

Na soja, a concentração de molibdênio durante o ciclo vegetativo é praticamente igual nas hastes e folhas, e há uma tendência de decréscimo dos 20 aos 140 dias, enquanto que nas vagens e sementes, não há variação dos 100 aos 140 dias. As concentrações na parte vegetativa, são sempre mais baixas do que nas vagens contendo sementes (figura 29).

A maior concentração de zinco está nas folhas (quadro 18 e figura 30) e o mais alto valor é observado aos 20 dias, o mesmo acontecendo com as hastes. Há uma diminuição gradual nas concentrações, dos 20 dias até a maturação nas hastes, enquanto que nas folhas há um decréscimo na concentração, dos 20 aos 60 dias, o que corresponde a 42%, após o qual há uma redução gradual. Nas vagens e sementes, há um ligeiro decréscimo de concentração de zinco no ciclo vegetativo. Como a maior concentração situa-se nas folhas, a sua intensa queda deve-se ao decréscimo dos 120 aos 140 dias. OHLROGGE (56) relata que num levantamento no Estado de Indiana, na parte aérea da soja, a concentração de zinco variou de 11 a 25 ppm. A variação obtida, no presente estudo, foi de 3,6 a 17,7 ppm.

A concentração de alumínio, nas hastes e nas folhas de soja, é alta dos 20 aos 40 dias (quadro 19 e figura 32); o que pode ser atribuído à contaminação do solo. Dos 60 dias em diante, a concentração nas hastes diminui até os valores mínimos, aos 120 dias, enquanto que nas folhas se mantém ao redor de 325,6 ppm. A figura 33 mostra que há decréscimo na concentração, tanto na parte vegetativa como nas vagens e sementes, enquanto as

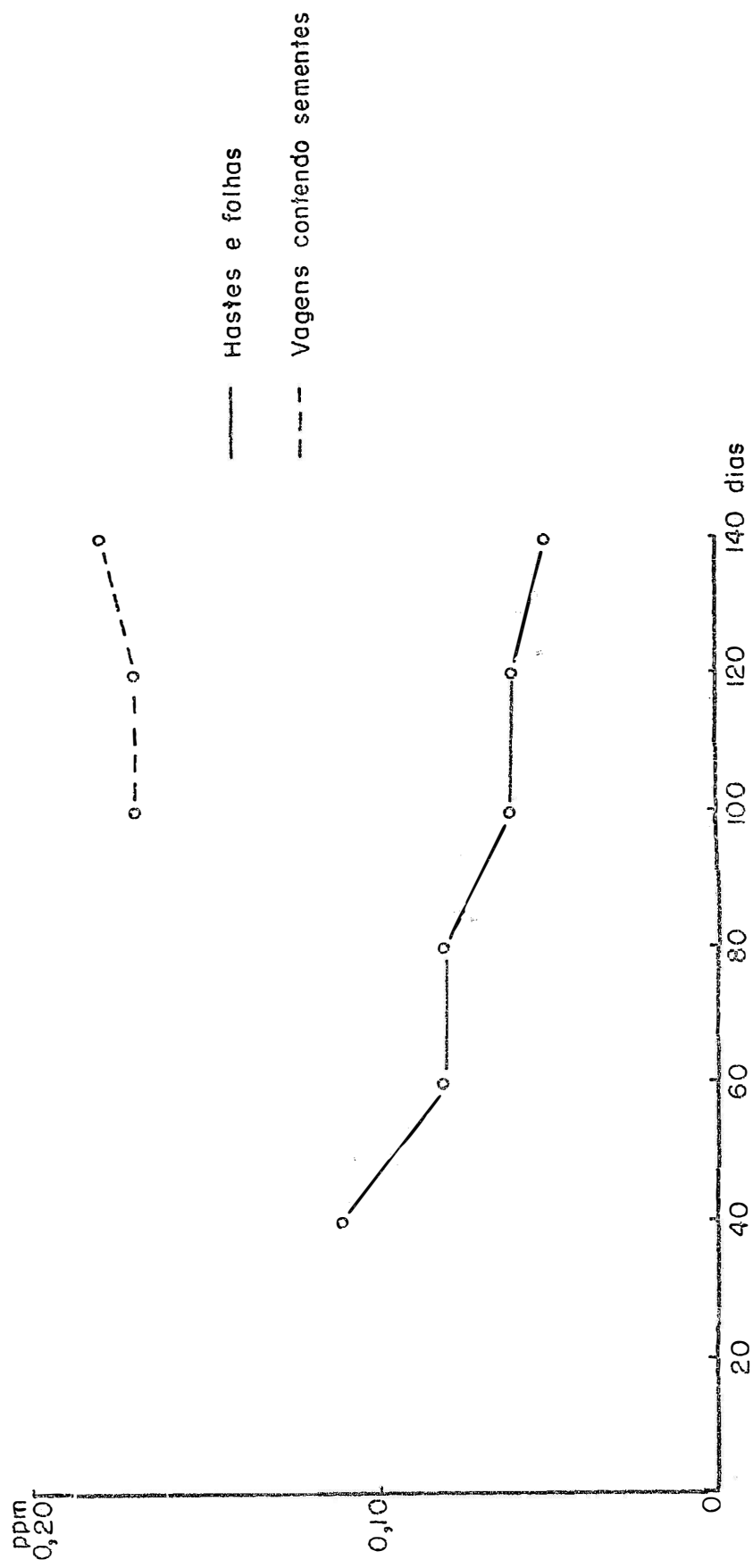


Figura 29.— Variação da concentração (ppm) de molibdênio na soja, em função da idade da planta.

Quadro 18. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de zinco em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	11,7	1,32	21,2	4,07	-	-	5,39
40	9,0	8,36	19,7	16,02	-	-	24,38
60	6,6	15,84	12,4	27,75	-	-	43,59
80	5,7	38,66	11,1	50,13	-	-	88,79
100	5,1	35,45	10,4	41,08	4,6	9,66	86,19
120	4,2	27,86	9,8	25,97	3,8	25,46	79,29
140	3,0	17,00	-	-	3,9	40,62	57,62

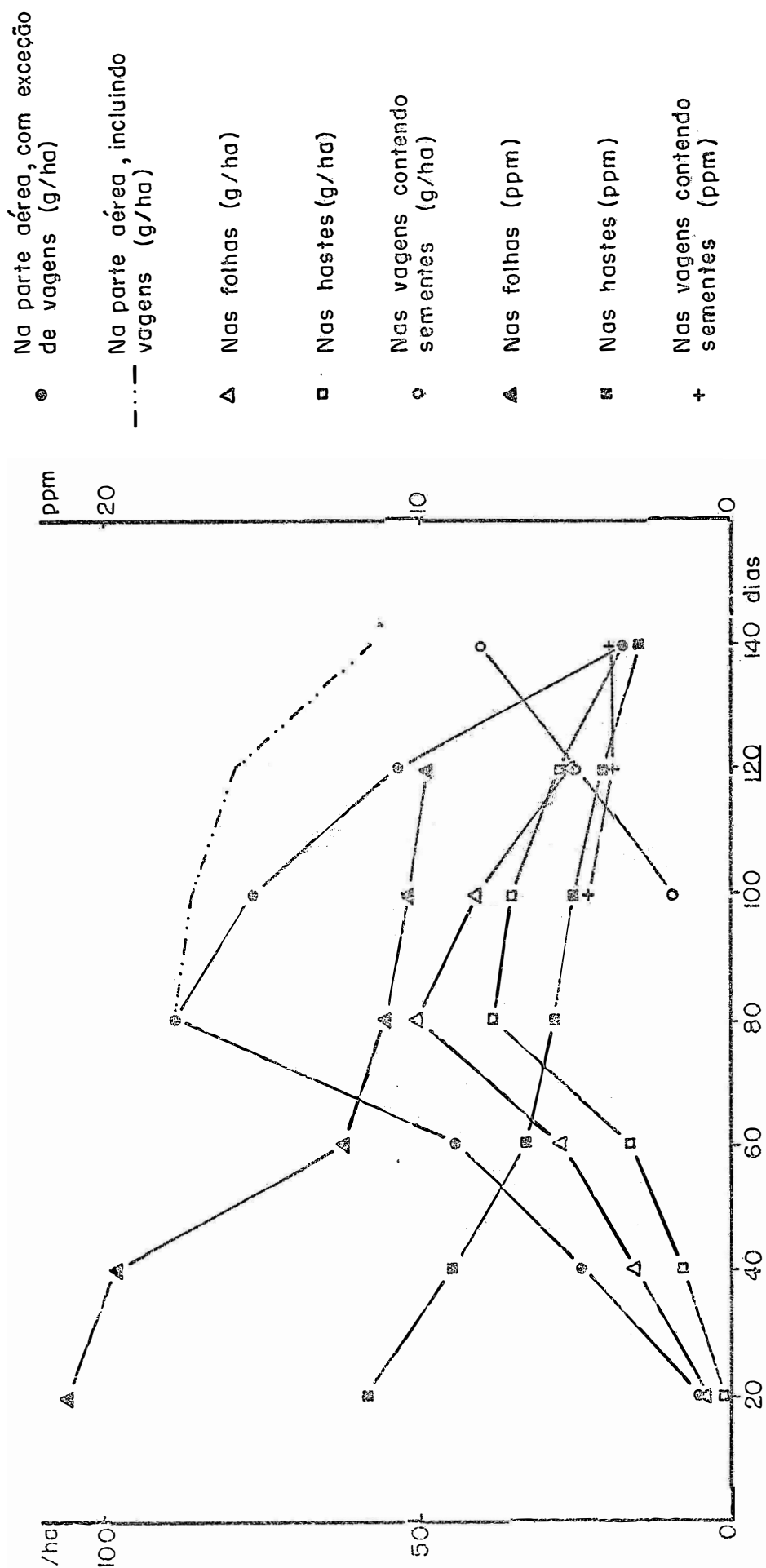


Figura 30 - Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de zinco, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

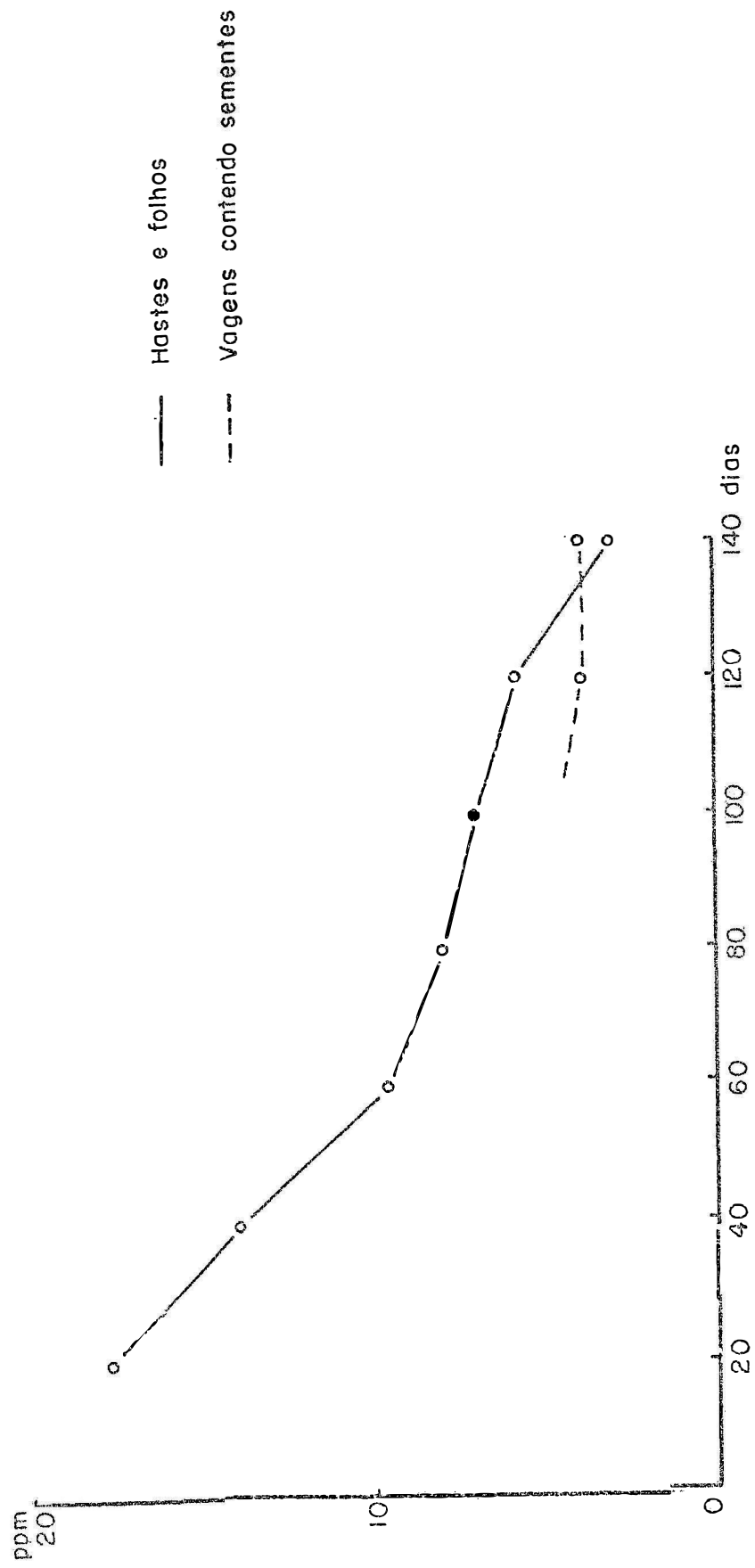


Figura 31—Variação da concentração (ppm) de zinco na soja, em função da idade da planta.

Quadro 19. Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de alumínio em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

Amostragem	Hastes		Folhas		Vagens e sementes		Total da parte aérea menos folhas caídas
	ppm	g/ha	ppm	g/ha	ppm	g/ha	g/ha
20	1838,4	207,74	957,9	183,92	-	-	391,66
40	771,2	716,44	921,8	749,42	-	-	1465,86
60	235,6	565,44	257,0	575,17	-	-	1140,61
80	127,6	865,51	337,1	1522,34	-	-	2387,85
100	108,3	752,69	273,6	1080,72	60,4	126,84	1960,25
120	87,7	581,80	325,6	862,84	51,4	344,38	1789,02
140	88,3	500,40	-	-	38,9	405,22	905,62

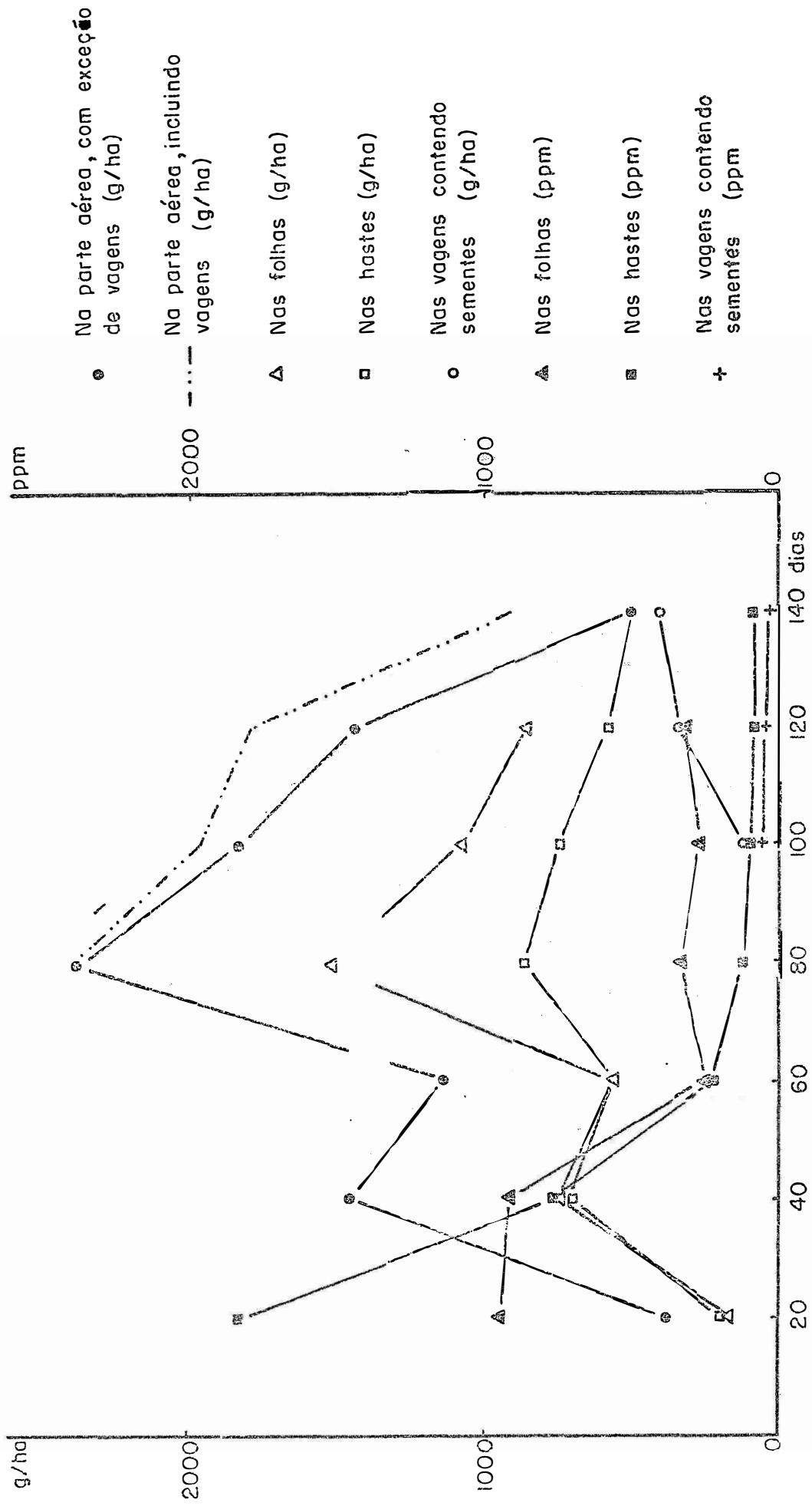


Figura 32 ...Variação na concentração (ppm) e na quantidade (g/ha) de alumínio, em diversas partes da soja, em função da idade da planta.

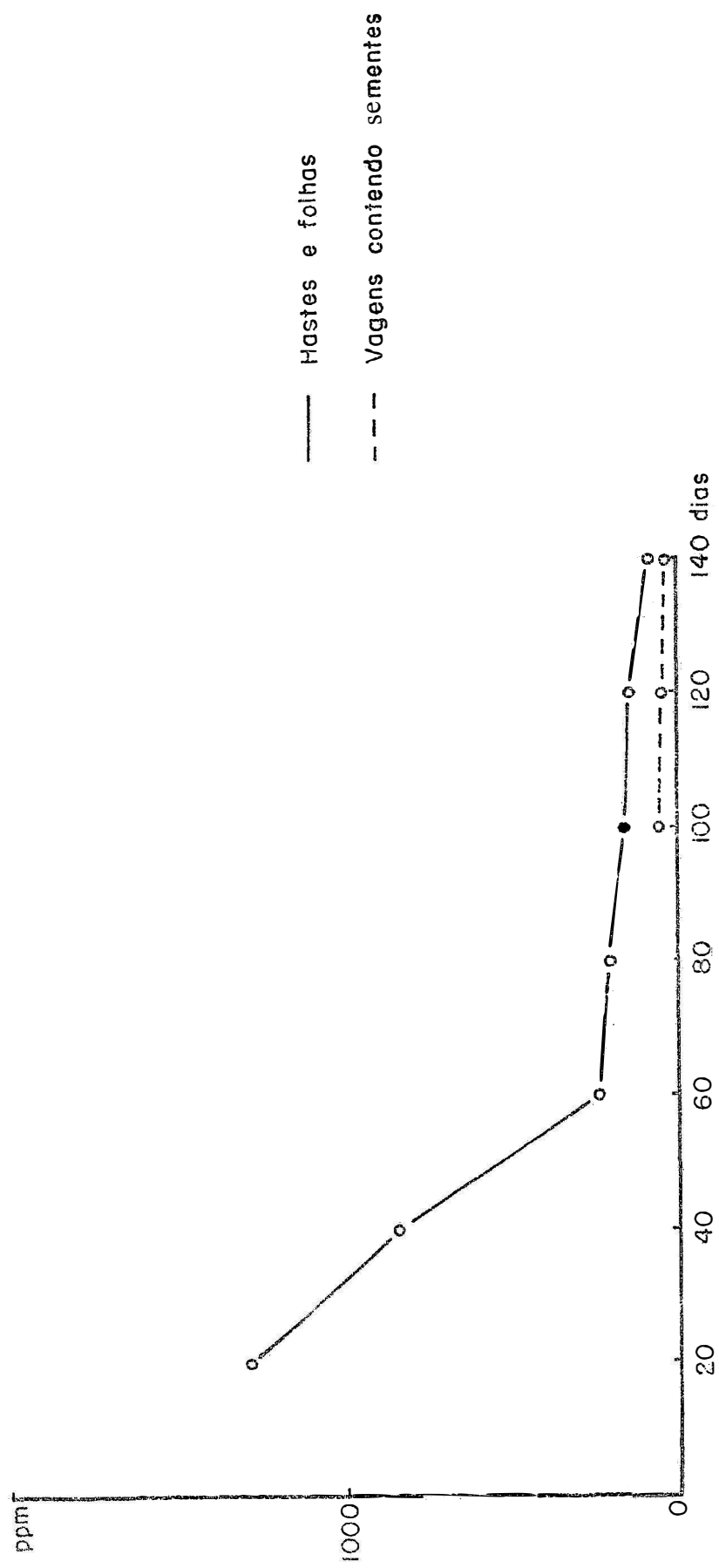


Figura 33 - Variação da concentração (ppm) de alumínio na soja, em função da idade da planta.

concentrações nas vagens e sementes são menores do que nas partes vegetativas.

4.6. Absorção de micronutrientes e alumínio

Com exceção de ferro, de zinco e de alumínio, a absorção dos demais micronutrientes pode ser melhor compreendida, usando-se as fases de crescimento conforme mostradas no quadro 20 e figura 34.

No primeiro período de crescimento, a maior absorção percentual pela soja é de cobre, seguindo-se as de boro, cloro, manganês e, por último, a de molibdênio.

O segundo período, do final da floração à fase de início da formação de vagens, é a época de maior absorção percentual de cobre, molibdênio e manganês, enquanto a absorção de boro é igual a do período anterior, sendo que para cloro a diminuição de absorção é substancial.

Com exceção de cloro, no terceiro período, há um declínio geral na absorção percentual. O elemento absorvido em maior quantidade foi o cloro, seguindo-se o molibdênio, manganês e boro. Não há absorção de cobre, pois permanece no mesmo nível desde os 80 dias.

O ferro, zinco e alumínio não se ajustam às três fases de crescimento, pois após atingirem o pico de absorção aos 80 dias, sofrem uma redução da absorção da parte vegetativa, seguida por uma redução na parte aérea.

As figuras 18, 20, 22 e 28 mostram as curvas relativas às variações das quantidades de boro, cloro, cobre e molibdênio nas várias partes da planta, dados estes contidos nos quadros 12, 13, 14 e 17. De 100 a 140 dias para as vagens e sementes observa-se que o boro sofre pequeno decréscimo na concentração, não havendo modificações nas concentrações de cloro e de molibdênio. No mesmo período, observa-se haver ocorrência de aumento na concentração de cobre, nas mesmas partes reprodutivas. No

Quadro 20. Acúmulo de matéria seca e micronutrientes na soja, durante os três períodos compreendidos entre 0-60 dias; 60-80 dias e 80-100 dias.

Características	Períodos					
	0-60 dias		60-80 dias		80-100 dias	
	Total g/ha	% do total dos três períodos	Total g/ha	% do total dos três períodos	Total g/ha	% do total dos três períodos
Matéria seca	4638*	35,68	6661*	51,24	1701*	13,08
Boro	284,80	44,89	278,61	43,92	70,96	11,19
Cloro	2,16*	43,64	0,94*	18,99	1,85*	37,37
Cobre	55,04	46,05	64,48	53,95	0	0,0
Manganês	355,03	37,78	432,03	45,97	152,79	16,26
Molibdênio	0,373	35,80	0,486	46,64	0,183	17,56

* kg/ha.

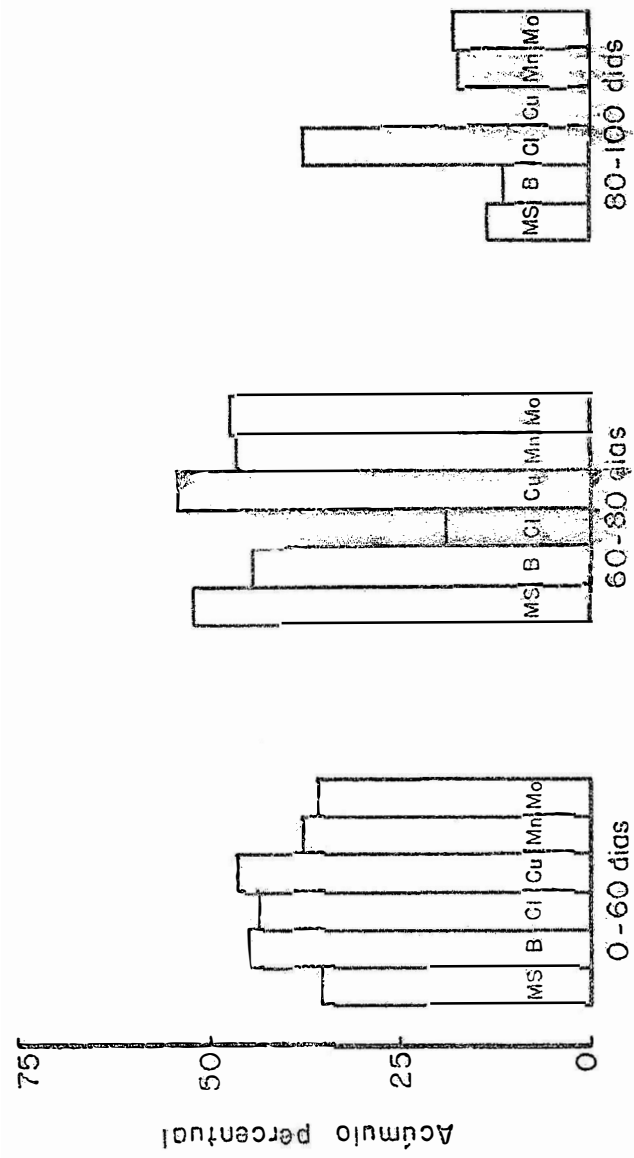


Figura 34 - Acúmulo percentual de matéria seca e de micronutrientes na soja nas idades de 0 a 60, 60 a 80 e 80 a 100 dias.

ta-se, que as quantidades absolutas desses elementos, nas partes vegetativas, também diminuem a partir de 80 dias. Conclui-se que, para o cobre, ocorre translocação das partes vegetativas às vagens e sementes. Para o boro e o cloro, nota-se maior absorção entre 100 e 120 dias, enquanto que para molibdênio, a absorção continua intensa até 140 dias, nas vagens e sementes.

Observa-se que para ferro, zinco e alumínio, há um aumento de absorção até 80 dias e para manganês, até 100 dias. Após este período, há uma diminuição na absorção nas partes vegetativas. O decréscimo na parte vegetativa é acompanhado, paralelamente, por um decréscimo na parte aérea (figura 24, 30 e 32). Para o manganês, nota-se aumento da absorção na parte aérea até 120 dias e depois, um decréscimo de 120 a 140 dias, o que poderia ser atribuído à queda das folhas na maturação (figura 16). Para os elementos ferro, manganês e alumínio, há uma intensa absorção entre 100 a 120 dias, enquanto que para zinco, a absorção continua intensa até 140 dias, nas vagens e sementes.

4.7. Acúmulo relativo de micronutrientes e alumínio em comparação ao de matéria seca

Os acúmulos percentuais de boro e cobre, são mais rápidos dos acúmulos de matéria seca até 60 dias, após o que há inversão, enquanto que o acúmulo de cloro é sempre mais lento do que o de matéria seca (figura 35).

O acúmulo de matéria seca é mais rápido do que o do molibdênio o qual se assemelha ao do nitrogênio (figura 36).

Observa-se, na figura 36, que os acúmulos percentuais, até 100 dias, para zinco e, 120 dias para manganês, são mais rápidos do que a matéria seca. Porém, mais tarde, o acúmulo de matéria seca é maior, devido à redução no acúmulo percentual desses dois elementos. Quanto ao ferro e ao alumínio, não são aqui considerados, devido à contaminação nas amostragens de 20 e 40 dias.

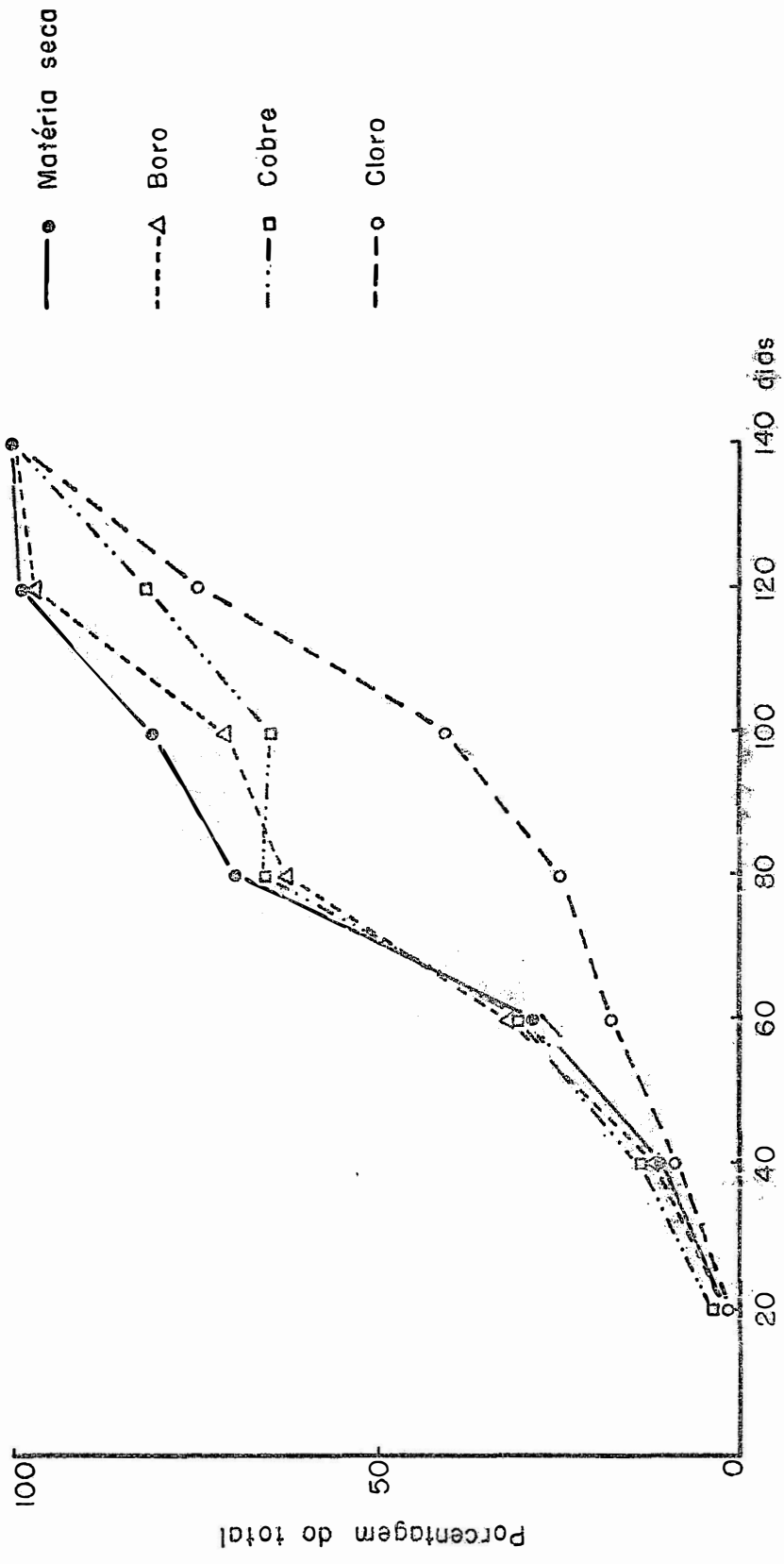


Figura 35 - Porcentagens acumuladas de matéria seca, boro, cobre e cloro, no período compreendido entre 20 e 140 dias do ciclo vegetativo da soja.

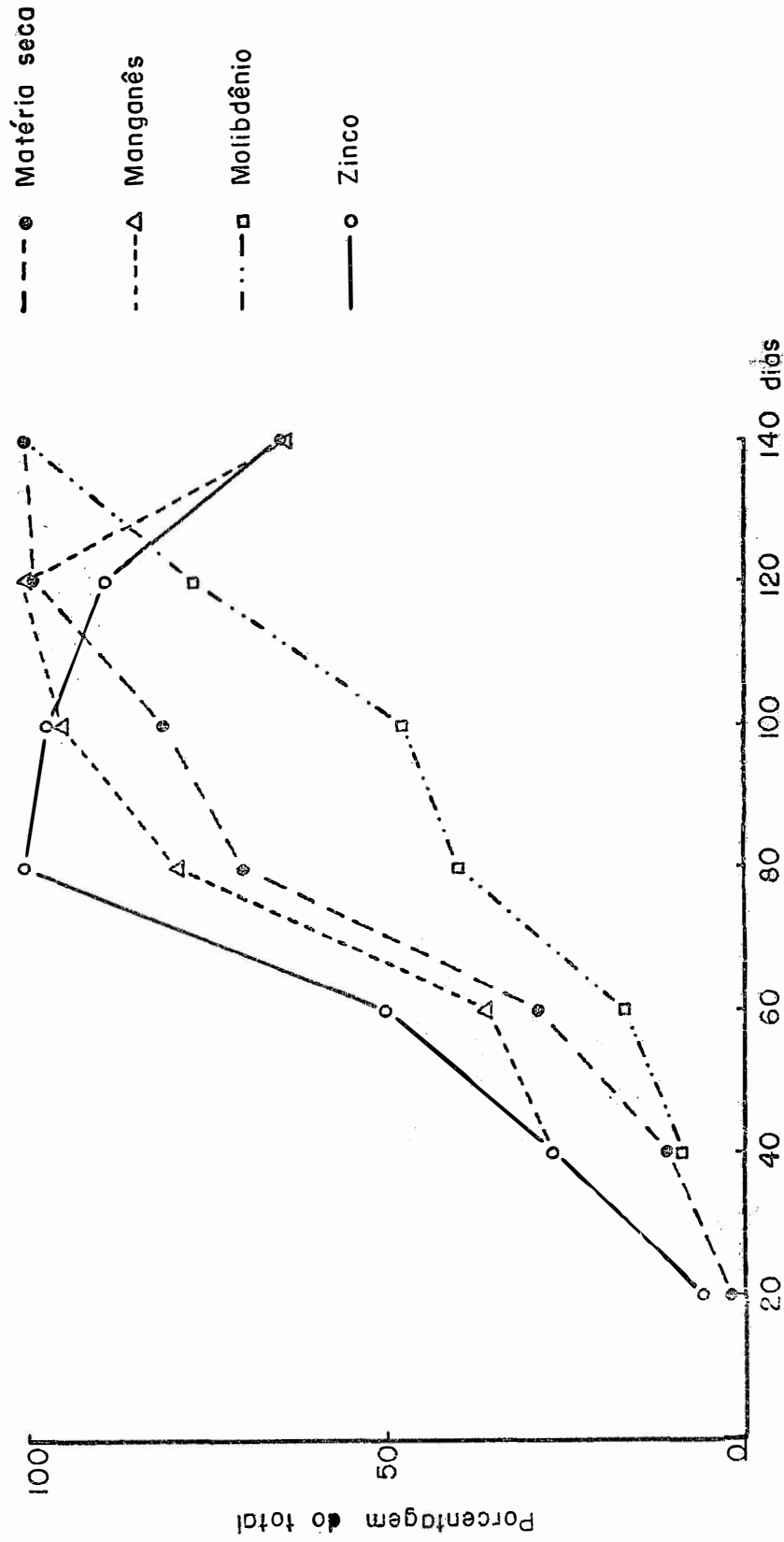


Figura 36 - Porcentagens acumuladas de matéria seca, manganês, zinco e molibdênio no período compreendido entre 20 e 140 dias do ciclo vegetativo da soja.

5. CONCLUSÕES

Da presente pesquisa, destacam-se as seguintes conclusões:

- a) O total de matéria seca acumulado no fim do ciclo vegetativo foi de 16.084 kg/ha. Entre os 60 e 80 dias ocorreu acúmulo acentuado de matéria seca na planta, o qual passou a ser menos pronunciado após este período.
- b) Nas vagens e sementes o acúmulo de matéria seca foi contínuo até a maturação, enquanto que na parte vegetativa houve uma diminuição após os 80 dias, devido à migração de matéria seca às vagens e sementes e a queda das folhas.
- c) A maior intensidade na absorção de macronutrientes ocorreu entre 60 e 80 dias que compreende o período de fim do florescimento, e início da formação das vagens. A ordem, quanto a quantidade de absorção, em kg/ha/dia, nesse período, foi a seguinte: nitrogênio 6,58, potássio 6,02, cálcio 4,44, magnésio 1,01, fósforo 0,52 e enxôfre 0,46.
- d) Houve migração de nitrogênio e fósforo das partes vegetativas às vagens e sementes; o maior acúmulo de potássio, cálcio, magnésio e enxôfre ocorreu nas vagens e sementes entre 100 e 120 dias.
- e) Os macronutrientes absorvidos ao fim do ciclo vegetativo foram, em ordem decrescente: 626,85 kg/ha de nitrogênio; 271,69 kg/ha de potássio; 153,71 kg/ha de cálcio; 51,09 kg/ha de magnésio; 44,17 kg/ha de fósforo e 32,54 kg/ha de enxôfre.
- f) Observou-se maior concentração de cálcio nas folhas e magnésio nas folhas ou hastes, na época da granação. Isto indica que, após a colheita, os elementos retornam ao solo através dos restos vegetais.

- g) Verificou-se que aos 80 dias ocorreu mais de 50% do total de acúmulo relativo de matéria seca, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre enquanto que o nitrogênio e o fósforo alcançaram esse percentual aos 120 e 100 dias, respectivamente.
- h) Entre 60 e 80 dias, período correspondente ao final da floração e início de formação de vagens, houve maior absorção de cobre, molibdênio e manganês e, aproximadamente, igual de boro. Isto corresponde à quantidade praticamente igual a que a planta absorveu no período de 0 a 60 dias, observando-se que neste período houve uma absorção maior de cloro.
- i) Houve migração de cobre das partes vegetativas às vagens e sementes.
- j) No final do ciclo vegetativo observou-se a seguinte ordem decrescente de absorção para os micronutrientes: 12,22 kg/ha de cloro; 908,82 g/ha de ferro; - 894,89 g/ha de boro; 603,93 g/ha de manganês; 180,32 g/ha de cobre; 57,62 g/ha de zinco e 2,158 g/ha de molibdênio. A absorção de alumínio foi igual a do ferro.
- k) O acúmulo relativo de zinco atingiu 100% aos 80 dias. Nesse período o boro, o cobre e o manganês alcançaram mais de 50%, no entanto, o cloro e o molibdênio não atingiram esse valor.

6. RESUMO

A finalidade do presente trabalho foi estudar o acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de nutrientes na soja (Glycine max (L.) Merrill).

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Ribeirão Preto, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, em solo Latossolo Roxo e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 repetições. Cada canteiro consistiu de 10 linhas de 10m, distanciadas de 0,60m entre si. O plantio, com sementes inoculadas de soja, variedade Pelicano, foi efetuado em 17 de novembro de 1967. Dez dias após a germinação procedeu-se o desbaste, de modo a deixar 20 plantas por metro linear, o que corresponde a uma população de 333.333 plantas por hectare.

As amostragens das partes aéreas foram efetuadas ao acaso, com intervalos de 20 dias, em pontos distantes uns dos outros, até a maturação.

Foram determinadas as produções de matéria seca das hastes, folhas e vagens contendo sementes bem como as concentrações de macronutrientes, micronutrientes e alumínio.

Verificou-se que o total de matéria seca acumulado no fim do ciclo vegetativo foi de 16.084 kg/ha. Entre os 60 e 80 dias, ocorre acúmulo acentuado de matéria seca na planta, o qual passa a ser menos pronunciado após este período. A matéria seca, de vagens e sementes, continuou aumentando até a maturação, enquanto que na parte vegetativa houve diminuição após 80 dias, devido à migração de matéria seca às vagens e sementes e ou à queda das folhas. Nas partes vegetativas, os acúmulos de macronutrientes, com exceção do magnésio e dos micronutrientes, atingiram o pico aos 80 dias, após o que houve um decréscimo. A maior intensidade de absorção de macronutrientes ocorreu durante o período entre 60 a 80 dias. Observou-se migração de nitrogênio e fósforo das partes vegetativas às vagens e sementes. O

maior acúmulo de potássio, cálcio, magnésio e enxôfre ocorreu nas vagens e sementes, entre 100 e 120 dias. Os macronutrientes absorvidos ao fim do ciclo vegetativo, em ordem decrescente foram: 626,85 kg/ha de nitrogênio; 271,69 kg/ha de potássio; 153,71 kg/ha de cálcio; 51,09 kg/ha de magnésio; 44,17 kg/ha de fósforo e 32,54 kg/ha de enxôfre. Observou-se a maior concentração de cálcio nas folhas e, magnésio, nas folhas ou hastes, na época da granação. Isto indica que, após a colheita, os elementos retornam ao solo através dos restos vegetais. Até 80 dias, verificou-se mais de 50% do total de acúmulo relativo de matéria seca, potássio, cálcio, magnésio e enxôfre, enquanto que as quantidades de nitrogênio e fósforo alcançaram esse percentual aos 120 e 100 dias, respectivamente.

Entre 60 e 80 dias, que corresponde ao período do final do florescimento e início da formação de vagens, houve maior absorção de cobre, molibdênio, manganês e aproximadamente, igual de boro. Isto corresponde a uma quantidade igual a que a planta absorve no período de 0 a 60 dias, observando-se que neste período há uma absorção maior de cloro. Verificou-se migração de cobre das partes vegetativas as vagens e sementes. No final do ciclo vegetativo, nota-se a seguinte ordem decrescente de absorção para os micronutrientes: 12,22 kg/ha de cloro; 908,82 g/ha de ferro; 894,89 g/ha de boro; 603,93 g/ha de manganês; 180,32 g/ha de cobre; 57,62 g/ha de zinco e 2,158 g/ha de molibdênio. A absorção de alumínio foi igual a de ferro. O acúmulo relativo de zinco atingiu 100% aos 80 dias. Nesse período, o boro, o cobre e o manganês alcançaram mais de 50%, no entanto o cloro e o molibdênio não atingiram esse valor.

Na colheita, a produção de sementes foi de 2.540 kg/ha, atingindo um nível superior a produção média do Estado de São Paulo.

7. SUMMARY

The principal object of the present study was to obtain information on the accumulation of dry matter, absorption and distribution of nutrients by soybeans (Glycine max (L.) Merrill).

The experiment was conducted on Latosolic B Terra Roxa at the Experimental Station in Ribeirão Preto. The experimental design utilized was a randomized complete block with four replications. Each plot consisted of ten lines of ten meters long and the distance between lines was 0,60 meters. Inoculated seeds of the Pelican variety were sowed on November 17, 1967. Ten days after germination, the stands were reduced to 20 plants per meter which corresponded to a population of 333,333 plants per hectare. Sampling of the above ground parts of the plant were executed at intervals of 20 days until maturity.

Dry matter contents of leaves, stem and pods with seeds were determined, as well as the concentration of macronutrients, micronutrients and aluminum.

The investigations showed that at 140 days 16,084 kg/ha of dry matter was accumulated. The most intense accumulation of dry matter took place between 60 and 80 days after which it was at a slower rate. At pod filling stage there was a decrease in the vegetative parts (stem and leaves) and an increase in the dry matter of pods and seeds up to maturity. This was partly due to translocation from the vegetative parts and leaf fall. The absorption of macronutrients was at its greatest intensity during the period between 60 and 80 days. There was translocation of nitrogen and phosphorus from the vegetative parts to the pods and seeds. At 140 days the total absorption of macronutrients was: 626.85 kg/ha of nitrogen; 271.69 kg/ha of potassium; 153.71 kg/ha of calcium; 51.09 kg/ha of magnesium; 44.17 kg/ha of phosphorus and 32.54 kg/ha of sulphur. During the pod filling stage, the concentration of calcium was greatest in the leaves and that of magnesium in the leaves and stem. This shows

that at harvest the above two elements taken up by the plant during the life cycle were returned to the soil through the vegetative parts. At 80 days it was observed that more than 50% of the total relative accumulation of dry matter, potassium, calcium, magnesium and sulphur occurred, whereas, nitrogen and phosphorus reached this percentage at 120 and 100 days respectively.

The period of greatest absorption of copper, manganese and molybdenum was between 60 and 80 days. Boron was absorbed in practically equal quantities between the above mentioned period and the period from 0 to 60 days, whereas chloride was absorbed in the greatest quantity at the latter period. There was translocation of copper from the vegetative parts to the pods and seeds. At 140 days the total absorption of micronutrients was: 12,22 kg/ha of chloride; 908.82 g/ha of iron; 894.89 g/ha of boron; 603.93 g/ha of manganese; 180.32 g/ha of copper; 57.62 g/ha of zinc and 2.158 g/ha of molybdenum. The quantity absorbed by aluminum was equal to that of iron. The relative accumulation of zinc at 80 days reached 100%, whereas for boron, copper and manganese it was more than 50% with the exception of chlorides and molybdenum.

At harvest, the seed yield was 2,540 kg/ha, which was above the average production in the State of São Paulo.

8. LITERATURA CITADA

1. ACHROMEIKO, A.Q. The excretion of mineral matter through plant roots. *Z.Pfl-Ernähr. Düng. Bodenk.* 42:156-186, - 1936.
2. ALLEN, D.I. Differential growth responses of certain varieties of soybeans to varied mineral nutrient conditions. *Missouri Univ. Agri. Expt. Sta.* 1943. 34p. (Res.Bull. 361).
3. AUSTIN, R.H. Effect of soil type and fertilizer treatment on the composition of the soybean plant. *J. Am. Soc. Agron.* 22:136-156, 1930.
4. BEESON, K.C. The mineral composition of crops with particular reference to soils in which they were grown. Washington, Dept. Agric., 1941. 164p. (Misc. Publ. 369)
5. BLANCK, E. & GIESICKE, R. Zweiter Beitrag zur Frage nach dem zeitlichen Verlauf der Nährstoffaufnahme des Hafers. *J. Landwirt.* 82:33-59, 1934.
6. BORST, H.L. & THATCHER, L.E. Life history and composition of soybean plant. *Ohio Agr. Expt. Sta.* 1934. 96p. - (Bull. 494)
7. BRENCHLEY, W.E. The phosphate requirements of barley at different periods of growth. *Ann. Bot.* 43:89-110, 1929.
8. BURD, J.S. Rate of absorption of soil constituents at successive stages of plant growth. *J. agric. Res.* 18: 51-72, 1919.
9. BUREAU, M.F.; MEDERSKI, H.J. & EVANS, C.E. The effect of phosphatic fertilizer material and soil phosphorus level on the yield and phosphorus uptake of soybeans. *Agron. J.* 45:150-154, 1953.
10. CATANI, R.A.; GALLO, J.R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicação gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônômico, 1955. 20p. (Boletim 69)

11. CATANI, R.A.; PELEGRINO, D.; BERGAMIN FILHO, H.; GLÓRIA, N. A. & GRANER, C.A.F. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro, Coffea arabica L., variedade Mundo Novo (B. Rodr) Choussy aos dez anos de idade. Anais Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 22:81-93, 1965.
12. -----; -----; BITTENCOURT, U.C.; JACINTO, A. O. & GRANER, C.A.F. A concentração e a quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro Coffea Arabica, L., variedade Mundo Novo (B.Rodr.) Choussy, aos dez anos de idade. Anais Esc. sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 24:97-105, 1967.
13. COELHO, F.A.S. & TELLA, R. Absorção de nutrientes por plantas de amendoim na cultura de outono. Bragantia 23:235-252, 1967.
14. ----- & ----- Absorção de nutrientes pela planta de amendoim em cultura de primavera. Bragantia 26:393-408, 1967.
15. EATON, S.V. Influence of sulphur deficiency on the metabolism of the soybean. Bot. Gaz. 102:536-556, 1935.
16. ENGELHORN, A.J.; LAWTON, K.; MELDRUM, H.R. & NORMAN, A.G. - Effect of straw and cornstalk on the yield of soybeans. J. Amer. Soc. Agron. 39:89-92, 1947.
17. ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Conservation Staff. Supplement to soil classification system. (7th approximation). Washington, 1967. 207p.
18. ERDMAN, L.W. The percentage of nitrogen in different parts of soybean plants at different stages of growth. J. Amer. Soc. Agron. 21:361-366, 1929.
19. EVANS, C.E.; LATHWELL, D.S. & MEDERSKI, H.S. Effect of deficient or toxic level of nutrients in solution on foliar symptoms and mineral contents of soybean leaves as measured by spectographic methods. Agron. J. 42:25-32, 1950.

20. GALLO, J.R.; CATANI, R.A. & GARGANTINI, H. Efeito de três tipos de calcários na reação de solo e no desenvolvimento da soja. *Bragantia* 15:121-130, 1956.
21. ----- & MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos, de florescimento à maturação. *Bragantia* 20:867-884, 1961.
22. -----; HIROCE, R. & ALVAREZ, R. Levantamento de estudo de canaviais de São Paulo pela análise foliar. *Bragantia* 27:365-382, 1968.
23. -----; -----; BATAGLIA, O.C. & PÜPO DE MORAES, F. R. Levantamento de cafezais do Estado de São Paulo pela análise química foliar II-Solos Podzolizados de Lins e Marília, Latossolo Roxo e Podzólico Vermelho Amarelo Orto. *Bragantia* 29:237-248, 1970.
24. GRAHAM, E.R. & TURLEY, H.C. Soil development and plant nutrition. III. The transfer of potassium from the nonavailable to the available form as reflected by the growth and composition of soybeans. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 12:332-335, 1947.
25. HAGSTROM, G.R. & BERGER, K.C. Molybdenum status of three Wisconsin soils and its effects on four legume crops. *Agron. J.* 55:399-401, 1963.
26. HAMMOND, L.C. Rate of nutrient uptake by soybeans on two Iowa soils. Ames, Iowa, 1949. 104p. (M.S. Thesis, Iowa State University)
27. HAMPTON, H.E. & ALBRECHT, W.A. Nitrogen fixation, composition and growth of soybeans in relation to variable amounts of potassium and calcium. Missouri University, Agric. Exp. Sta., 1944. 36p. (Res. Bull. 381)
28. HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. Accumulation of N, P, and K, by soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants. *Agron. J.* 63:406-408, 1971.

29. HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. Dry matter accumulation in eight soybean (Glyxine max (L.) Merrill) varieties. Agron. J. 63:227-230, 1971.
30. ----- & ----- Dry matter accumulation in soybean (Glycine max (L.) Merrill) plants as influenced by N,P, and K fertilization. Agron. J. 63:263-266, 1971.
31. ----- & ----- N,P, and K percentage in soybean (Glycine max (L.) Merrill) plant parts. Agron. J. 63:286-290, 1971.
32. HARSTON, C.B. & ALBRECHT, W.A. Plant nutrition and hydrogen ion: IV. Soil acidity for improved nutrient delivery and nitrogen fixation. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 7: 247-257, 1942.
33. HASHIMOTO, T. Studies on the magnesium nutrition of crops. I. The metabolism of magnesium of several forms, in leaf and stem of soybean plant. J. Sci. Soil Manure, Japan, 24:51-53, 1953.
34. ----- & OKAMOTO, M. Studies on the magnesium nutrition of crops. III. Correlative amounts of magnesium and calcium in pod and seed of soybean plant. J. Sci. Soil Manure, Japan, 24:281-282, 1954.
35. HAWKINS, A. Rate of absorption and translocation of mineral nutrients by potatoes in Aroostook County, Maine and their relation to fertilizer practices. J. Am. Soc. Agron. 38:667-681, 1946.
36. HENDERSON, J.B. & KAMPRATH, E.J. Nutrient and dry matter accumulation by soybeans. North Carolina Agric. Exp. Sta., 1970. 27p. (Tech. Bull 197)
37. HODGKISS, W.S.; HAGEMAN, R.H. & MCHARGUE, J.S. The amount of boron absorbed by soybean plants and its effect on their growth. Pl. Physiol. 17:652-660, 1942.
38. HORNBERGER, R. Chemische Untersuchungen uber das Wachstum der Maispflanze. Landw. Jahrb. 11:359-523, 1882.

39. LATHWELL, D.J. & EVANS, C.E. Nitrogen uptake from solution by soybeans at successive stages of growth. *Agron. J.* 43:264-270, 1951.
40. LIEBSCHER, G. Der Verlauf des Nährstoffaufnahme und seine Bedeutung für die Düngerlehre. *J. Landwirt.* 35:335-518, 1887.
41. LOEHWING, W.F. Mineral nutrients in relation to flower development. *Science* 92:517-520, 1940.
42. McALISTER, D.F. & KROBER, O.A. Translocation of food reserves from soybean cotyledons and their influence on the development of the plant. *Pl. Physiol.* 26:525-528, - 1951.
43. McHARGUE, J.S. The occurrence of copper, manganese, zinc, nickel, and cobalt in soil, plants, and animals and their possible functions as vital factors. *J. Agric. Res.* 30:193-196, 1925.
44. McVICAR, R. & STRUCKMEYER, B.E. The relation of photoperiod to the boron requirement of plants. *Bot. Gaz.* 107: 454-461, 1946.
45. MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; KIIHL, R.A.S. & DEMATTÊ, J.D. Instruções para a cultura de soja. Campinas, Instituto Agrônômico, 1968. 43p. (Boletim técnico 122)
46. -----; DEMATTÊ, J.D.; MIYASAKA, S. & IGUE, T. Estudos preliminares sobre a adubação econômica da soja (Glycine max (L.) Merrill) na região da Alta Mojiana, em latosol roxo e latosol vermelho escuro fase arenosa. - São Paulo, Secretaria da Agricultura, Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária, Instituto Agrônômico, Projeto BNDE/ANDA/CIA, 1971. 7p. (vol. 13)
47. MATRONE, G.; SMITH, F.H.; WELDON, V.B.; WOODHOUSE Jr. W.W.; PETERSON, W.J. & BEESON, K.C. Effects of phosphate fertilization on nutritive value of soybean forage for sheep and rabbits. Washington, Dept. Agric., 1954. - 95p. (Tec. Bull. 1086)

48. MECKLENBURG, R.A. & TUKEY Jr., H.B. Influence of foliar leaching on root uptake and translocation of calcium-45 to the stems and foliage of Phaseolus vulgaris (L.). *Pl. Physiol.* 39:533-536, 1964.
49. MEDERSKI, H.J. Relation of varying phosphorus supply to dry matter production, and to N and P partition during the development of the soybean plant. Ohio State Univ., 1953. (Abstracts of Doctoral Dissertations, vol. 64)
50. MENDES, H.C. Nutrição do algodoeiro. II- Absorção mineral por plantas cultivadas em solução nutritivas. *Bragantia* 19:435-458, 1960.
51. MEDINA, H.P. & GROHMANN, F. Contribuição ao estudo de análise granulométrica do solo. In: Congress Brasileiro de Ciencia do Solo, 6^o, Salvador, 1957. *Anais.* Rio de Janeiro, Soc. Bras. Ciência do Solo, 1962. p.29-38.
52. MORRISON, F.B. Feeds and feeding. Ithaca, Morrison Publishing, 1943. 1050p.
53. MUHR, G.R. Available boron as affected by soil treatments. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 5:220-226, 1940.
54. NORMAN, A.G. Soybeans and the fertility level. *Soybean Dig.* 6(11):35-37, 1946.
55. ----- Inoculation and nitrogen nutrition of soybeans. *Soybean Dig.* 4(11):41-42, 1944.
56. OHLROGGE, A.J. Mineral nutrition of soybeans. In: NORMAN, A.G., ed. *The soybeans.* New York, Academic Press, 1963. p.125-160.
57. ----- & KAMPRATH, E.J. Fertilizer use on soybeans. In: DINAUER, R.C. ed. *Changing patterns in fertilizer use.* Madison, Soil. Sci. Soc. Amer. 1968. p.273-295.
58. OLIVEIRA, J.B. & MONIZ, A.C. Levantamento pedológico da Estação Experimental de Ribeirão Preto. (No prelo)
59. PARKER, F.W. The nitrogen problem in soil management. *J. Am. Soc. Agron.* 38:283-291, 1946.

60. RAIJ, B. van. Determinação de cálcio e magnésio pelo EDTA em extratos ácidos de solos. *Bragantia* 25:316-236, - 1966.
61. REMY, T. Fertilization in its relationship to the course of nutrient absorption by plants. *Soil Sci.* 46:187-209, 1938.
62. SCHWEITZER, P. Study of the life history of corn at its different periods of growth. *Missouri Agri. Exp. Sta.*, 1890. (Bull. 9)
63. SCOTT, W.O. & ALDRICH, S.R. Modern soybean production. - Cincinnati, Ohio, Farm Quarterly, 1970. p.165-170.
64. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Bol. 12)
65. SICHMAN, W.; MIYASAKA, S. & LASCA, D.H.C. Evolução da cultura da soja em São Paulo. In: Simpósio Brasileiro de Soja, Campinas, 1970. p.1-16. (Mimeografado)
66. SIEGEL, J.J.; HOUGH, H.W. & TURK, L.M. The effect of calcium on the growth of soybeans supplied with ammonium nitrogen. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 16:185-188, 1952.
67. SNIDER, H.J. The manganese in some Illinois soils and - crops. *Soil Sci.* 56:187-195, 1943.
68. SNYDER, H. The effect of the wheat plant upon the soil in different stages of its growth. *Minn. Agr. Exp. Sta.*, 1893. p.152-160. (Bull. 29)
69. STECKEL, J.E.; BERTRAMSON, B.R. & OHLROGGE, A.J. Manganese nutrition of plants related to applied superphosphate. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 13:108-111, 1948.
70. TOGARI, Y.; KATO, Y. & EBATA, M. Studies on yield analysis of soybeans. I. Changes in principal chemical constituents of the soybean plant in relation to its growth. - *Proc. Crop. Sci. Soc. Japan*, 24:103-107, 1955.

71. TUKEY Jr, H.B.; TUKEY, H.B. & WITTER, S.H. Loss of nutrients by foliar leaching as determined by Radioisotopes. Proc. hort. Sci. Soc. Amer. 71:496-505, 1958.
72. UHLAND, R.E. Time of harvesting soybeans in relation to soil improvement and protein content of hay. Missouri Agric. Exp. Sta., 1930. (Bull. 279)
73. WALLACE, A. & ASHCROFT, R.T. Ammonium lignin sulfonate as a chelating agent for supplying soluble iron to plants. Soil Sci. 82:233-236, 1956.
74. WATSON, D.J. Field experiments on the effect of applying a nitrogenous fertilizer to wheat at different stages of growth. J. Agr. Sci. 29:379-398, 1939.
75. WEBB, J.R.; OHLROGGE, A.J. & BARBER, S.A. The effect of magnesium upon the growth and the phosphorus content of soybean plant. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 18:458-462, 1954.
76. WEBSTER, J.E. Nitrogen metabolism in the soybean. Pl. - Physiol. 3:34-43, 1928.
77. WELCH, C.D.; HALL, N.S. & NELSON, W.L. Utilization of fertilizer and soil phosphorus by soybeans. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 14:231-235, 1949.
78. VETTORI, L. Métodos de análise de solos. Rio de Janeiro, - Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim técnico)
79. VIEIRA DE MORAIS, J.A.P. Condições que envolvem a acumulação e perda de potássio pelas folhas. Tese de Doutorado em to Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, 1971. 164fls.
80. VIETS Jr, F.G.; BROWN, L.C. & CRAWFORD, C.L. Zinc contents and deficiency symptoms of 26 crops grown on zinc deficient soil. Soil Sci. 78:305-316, 1954.