

**DOCUMENTOS**

**CNPSO, 17**

**Junho, 1986**

---

**SOJA**  
**NUTRIÇÃO MINERAL, ADUBAÇÃO E CALAGEM**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPSO

Londrina, PR

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: José Sarney

Ministro da Agricultura: Iris Rezende Machado

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

Severino de Melo Araújo

AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE  
DOCUMENTO SOMENTE PODERÃO SER REPRODU  
ZIDAS COM A AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DO  
COMITÊ DE PUBLICAÇÕES DO CNPSo.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA  
Vinculada ao Ministério da Agricultura  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA - CNPSO  
Londrina, PR

## SOJA

### NUTRIÇÃO MINERAL, ADUBAÇÃO E CALAGEM

Gedi Jorge Sfredo

Áureo Francisco Lantmann

Rubens José Campo

Clóvis Manuel Borkert

Londrina, PR

1986

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:  
COMITÊ DE PUBLICAÇÕES DO CNPSO  
Rodovia Celso Garcia Cid, km 375  
Telefones: (0432) 23-9850 e 23-9719  
Telex: (0432) 208  
Caixa Postal, 1.061  
86.001 - Londrina, PR

Tiragem: 5.000 exemplares

Comitê de Publicações:  
José Tadashi Yorinori (Presidente)  
Antonio Ricardo Panizzi  
Ivan Carlos Corso  
Leocadia M.R. Mecnas  
Milton Kaster  
Norman Neumaier

Editoração:  
Leocadia M.R. Mecnas

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR.

Soja: nutrição mineral, adubação e calagem por Gedi Jorge Sfredo e outros. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1986.

51p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 17)

Colaboração de: Aureo Francisco Lantmann, Rubens José Campo e Clóvis Manuel Borkert

1. Soja-Adubação. 2. Soja-Nutrição mineral. 3. Soja-Solos-Calagem. 4. Soja-Fertilizantes. 5. Soja-Nutrientes-Ab-sorção. 6. Solos-Fertilidade. I. Sfredo, Gedi Jorge, colab. II. Lantmann, Aureo Francisco, colab. III. Campo, Rubens José, colab. IV. Borkert, Clóvis Manuel, colab. V. Título. VI. Série.

CDD 633.348

# SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	5
2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS .....	5
2.1 Extração e exportação de nutrientes .....	5
2.2 Acúmulo de nutrientes na planta .....	8
2.2.1 Absorção de nitrogênio .....	10
2.2.2 Absorção de fósforo .....	11
2.2.3 Absorção de potássio .....	13
2.2.4 Absorção de cálcio .....	15
2.2.5 Absorção de magnésio .....	17
2.2.6 Absorção de enxofre .....	19
2.3 Considerações finais sobre exigências nutricionais.	20
3 ADUBAÇÃO PARA A SOJA .....	21
3.1 Adubação nitrogenada .....	21
3.2 Adubação fosfatada .....	24
3.2.1 Solos de cultivo recente .....	24
3.2.2 Solos de cultivo antigo .....	26
3.2.3 Fontes de fósforo .....	30
3.2.4 Formas de adubação fosfatada em soja .....	31
3.3 Adubação potássica .....	32
3.4 Enxofre e adubação verde .....	36
3.5 Micronutrientes .....	39
3.6 Estimativa de adubação econômica .....	41
4 CALAGEM .....	42
5 REFERÊNCIAS .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura anual, muito exigente em todos os macronutrientes essenciais. Para que os nutrientes possam ser eficientemente aproveitados pela cultura devem estar presentes no solo em quantidades suficientes e em relações equilibradas. A insuficiência ou o desequilíbrio entre os nutrientes pode resultar numa absorção deficiente de alguns e excessiva de outros nutrientes.

Para que esse equilíbrio seja alcançado e mantido é necessário que certas práticas como calagem e adubação sejam empregadas de maneira racional. Em várias regiões do país, essas práticas têm sido satisfatórias, quando embasadas em análise do solo.

Nos últimos anos a pesquisa na área de Nutrição Mineral e Fertilidade do Solo do CNPSo, tem obtido resultados que, aliados a observações práticas junto aos produtores e à assistência técnica, chegou a modificar as recomendações técnicas nesta área.

Com o objetivo de mostrar os resultados, obtidos pela pesquisa nos últimos anos, foi elaborado este trabalho que, também, servirá para apresentação de palestras aos técnicos da assistência técnica e extensão rural.

## 2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

### 2.1 Extração e exportação de nutrientes

Na Tabela 1 estão apresentados os valores comparativos da ex-

tração de N, P e K pela soja, em relação ao trigo, milho e girassol, demonstrando que, entre as culturas estudadas, somente o girassol extrai mais fósforo e potássio que a soja.

TABELA 1. Quantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O extraídas por quatro culturas, para cada 1000 kg de grãos produzidos. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1985.

Culturas	Produção de grãos em kg	kg			Fontes
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Soja	1000	77	14	38	Cordeiro et al. (1979)
Girassol	1000	52	26	51	Machado (1979)
Trigo	1000	29	8	10	Semihnenko et al. (1960) <sup>1/</sup>
Milho	1000	29	5	36	Andrade et al. (1977)

<sup>1/</sup>Citado por Vrânceanu (1977).

A Tabela 2 mostra as quantidades de nutrientes absorvidos pela soja, relatadas por Bataglia & Mascarenhas (1977). De acordo com esses autores, a extração de nutrientes pela parte aérea da planta (grãos + palha) obedece a seguinte ordem: N > K > Ca > Mg > P > S. Entretanto, dos macronutrientes, 84% de N, 87% de P, 56% de K, 15% de Ca, 22% de Mg e 65% de S são exportados pelos grãos, o que, com base na quantidade dos nutrientes exportados, a ordem se altera: N > K > P > Ca > Mg = S.

Cordeiro et al. (1979) encontraram para N, P e K valores próximos aos encontrados por Bataglia & Mascarenhas (1977). Para exportação de macronutrientes a ordem decrescente também é a mesma.

TABELA 2. Extração e exportação de nutrientes em plantas de soja para uma produção de 1.000 kg de grãos. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1985.

Nutrientes	Extração				Exportada	
	Grãos e palha		Grãos		grãos	
	A <sup>1/</sup>	B <sup>2/</sup>	A <sup>1/</sup>	B <sup>2/</sup>	A <sup>1/</sup>	B <sup>2/</sup>
	----- kg -----				----- % -----	
N	76,0	77,4	64,0	64,4	84,2	83,2
P	5,7	6,0	5,0	4,7	87,0	78,3
K	32,0	32,5	18,0	16,5	56,3	50,8
Ca	20,0	12,8	3,0	3,2	15,0	25,0
Mg	9,1	4,4	2,0	2,2	22,0	50,0
S	3,1	7,7	2,0	2,3	65,0	30,0
	----- g -----				----- % -----	
B	77,0		24,0		31,2	
Cl	515,0		237,0		46,0	
Cu	26,0		14,0		53,8	
Fe	460,0		115,0		25,0	
Mn	130,0		43,0		33,1	
Mo	6,0		5,0		83,3	
Zn	61,0		43,0		70,5	

Fontes: <sup>1/</sup>A. Bataglia & Mascarenhas (1977)  
<sup>2/</sup>B. Cordeiro et al. (1979)

A Tabela 3 mostra as concentrações de nutrientes usadas para diagnóstico foliar como auxílio às análises de solo para recomendações de adubação.

Os valores considerados suficientes ou médios, nessa tabela, devem ser usados apenas como uma indicação complementar à análise do solo. Isto deve ser levado em conta pois em casos de pouco desenvolvimento das plantas pode resultar em uma concentração de nutrientes nas folhas em nível adequado devido ao efeito de diluição dentro da planta.



TABELA 3. Concentrações de nutrientes usadas na interpretação dos resultados das análises de folhas de soja do terço superior no início do florescimento<sup>1/</sup>. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1985.

Elemento	Deficiente		Suficiente		Excessivo
	ou muito baixo	Baixo	ou médio	Alto	
----- % -----					
N	< 3,25	3,25 - 4,00	4,01 - 5,50	5,51 - 7,00	> 7,00
P	< 0,16	0,16 - 0,25	0,26 - 0,50	0,51 - 0,80	> 0,80
K	< 1,25	1,25 - 1,70	1,71 - 2,50	2,51 - 2,75	> 2,75
Ca	< 0,20	0,20 - 0,35	0,36 - 2,00	2,01 - 3,00	> 3,00
Mg	< 0,10	0,10 - 0,25	0,26 - 1,00	1,01 - 1,50	> 1,50
S	< 0,15	0,15 - 0,20	0,21 - 0,40	0,40	-
----- ppm -----					
Mn	< 15	15 - 20	21 - 100	101 - 250	> 250
Fe	< 30	30 - 50	51 - 350	351 - 500	> 500
B	< 10	10 - 20	21 - 55	56 - 80	> 80
Cu	< 5	5 - 9	10 - 30	31 - 50	> 50
Zn	< 11	11 - 20	21 - 50	51 - 75	> 75
Mo	< 0,5	0,5 - 0,9	1,0 - 5,0	5,1 - 10	> 10

<sup>1/</sup> - Valores de concentrações médias utilizadas para interpretação de análises de folhas de soja, nas Universidades de Purdue, Michigan, Minnesota, Missouri, Ohio e Wisconsin apresentados por Peck, 1979.

## 2.2 Acúmulo de nutrientes na planta

Antes de descrever alguns aspectos inerentes à absorção de nutrientes pela soja é necessário tecer algumas considerações a respeito da sua curva de crescimento. A Fig. 1 mostra, através da análise de regressão, os pontos de máximo acúmulo e o ponto de inflexão do peso da matéria seca de plantas de soja ('IAC-2'). Vê-se que o ponto de inflexão calculado (idade da planta onde o crescimento é acelerado) ocorre aos 61 dias e que o ponto de maior acúmulo de matéria seca ocorre aos 96 dias

após a emergência. É preciso considerar que as observações exemplificadas foram feitas em cultivar de hábito de crescimento indeterminado. Em planta de hábito determinado, cujo crescimento cessa na floração, é provável que os pontos acima referidos assumam outras posições na curva.

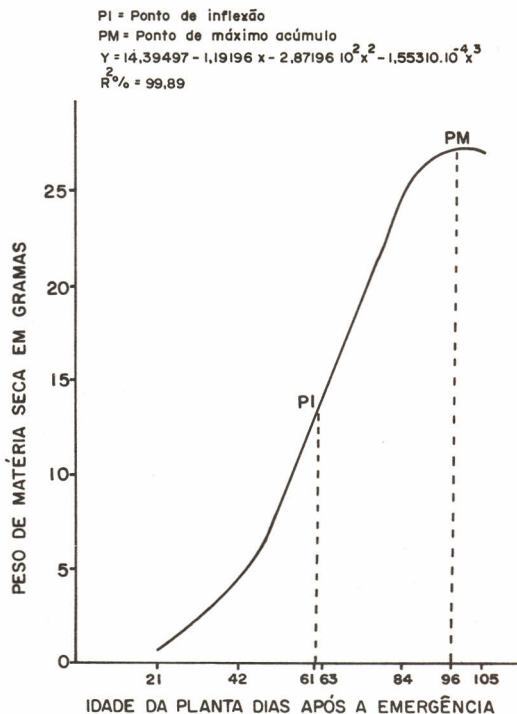


FIG. 1. Pontos de máximo acúmulo e ponto de inflexão do peso da matéria seca de plantas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade. Cordeiro et al. 1979.

De Mooy et al. (1973) afirmam que a composição química da planta de soja, bem como o peso de grãos em relação à parte vegetativa e às raízes, podem variar com a latitude, com o tipo de solo, com o clima e com a cultivar. Esta pode ser a explicação para as diferenças na deter-

minação dos pontos de máximo acúmulo encontrados por vários autores [Mascarenhas (1972): 60-80 dias, e Cordeiro et al. (1979): 96 dias].

Ainda pela Fig. 1 pode-se observar que o intervalo do ponto de inflexão ao ponto de máximo acúmulo de matéria seca é de 35 dias. Este período, que compreende da floração ao enchimento das vagens, constitui o "período crítico" da cultura que fatores adversos como estiagem, carência nutricional, ataque de pragas e doenças podem reduzir drasticamente a produção de grãos.

### 2.2.1 Absorção de nitrogênio

A absorção de nitrogênio, segundo Cordeiro et al. (1979), é medida pela quantidade acumulada nas folhas e caules de soja, conforme mostrado na Fig. 2, e, é crescente até atingir o ponto de máximo acúmulo, que é de 87 dias para os caules e de 83 dias para as folhas. Nestas, o maior acúmulo de nitrogênio atinge o valor de 383 mg/planta. A partir daí decresce atingindo 172 mg/planta aos 105 dias, devido à translocação do nutriente para os grãos em formação. A maior velocidade de absorção ocorre aos 53 dias, correspondendo ao ponto de inflexão da curva. Nesta época, a quantidade extraída corresponde a 199 mg de nitrogênio, ou seja, 52% da quantidade máxima calculada. Os pontos de máximo acúmulo encontrados estão de acordo com dados obtidos anteriormente por Hanway & Weber (1971) e Mascarenhas (1972).

Pelos resultados em questão, vê-se que num período de 30 dias, que é a diferença entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo acúmulo, a planta extrai cerca de 50% das suas necessidades de nitrogênio, enquanto que os outros 50% são absorvidos desde a emergência até o ponto de inflexão (53 dias). Pelo exposto, torna-se claro que a fase crítica para suprimento de nitrogênio se inicia a partir dos 40 dias após a emergência, prolongando-se até o ponto de máximo acúmulo.

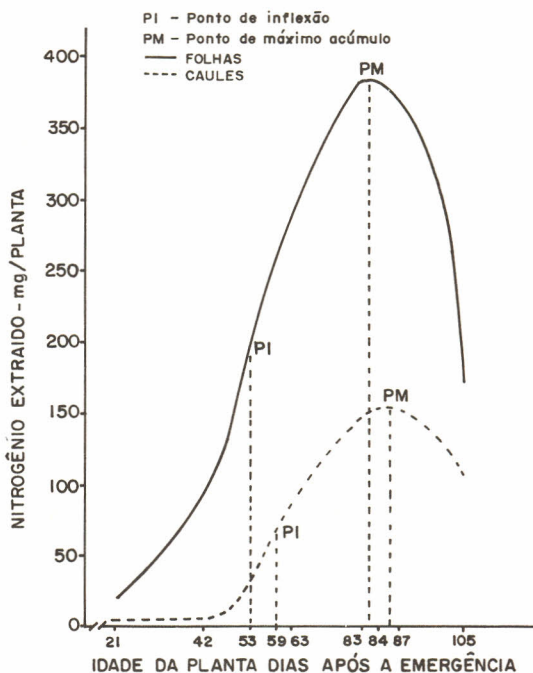


FIG. 2. Pontos de máxima inflexão da extração de nitrogênio, pelas folhas e caules de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade. Cordeiro et al. 1979.

### 2.2.2 Absorção de fósforo

A extração de fósforo, medida pelo seu acúmulo nas folhas de soja, como é mostrado na Fig. 3, é relativamente lenta até os 52 dias após a emergência (ponto de inflexão da curva). Até então, segundo Cordeiro et al. (1979), há uma extração correspondente a cerca de 14 mg de fósforo/planta ou seja 51,50% do total extraído. Conforme o mesmo autor, o ponto de máximo acúmulo ocorre aos 82 dias após a emergência, com uma extração de cerca de 27,4 mg de fósforo.

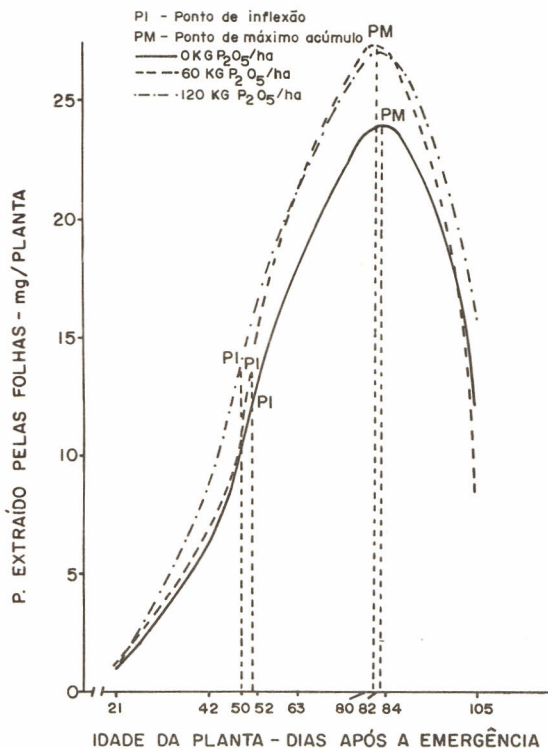


FIG. 3. Pontos de inflexão e de máxima extração de fósforo pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Cordeiro et al. 1979.

A curva de acúmulo de fósforo nas folhas é semelhante à da matéria seca, isto é, no início a absorção é lenta, crescendo rapidamente até o início do enchimento das vagens (Cordeiro et al. 1979). O "período crítico" para o fósforo, na cultivar estudada por Cordeiro et al. (1979), foi de 30 dias, indicando que o suprimento desse nutriente deve estar disponível a partir de 40 dias após a emergência.

### 2.2.3 Absorção de potássio

O acúmulo de potássio nas folhas de soja, conforme é mostrado na Fig. 4, é influenciado pelas doses de fósforo aplicadas no solo (Cordeiro et al. 1979). Neste caso, o ponto de inflexão da curva de absorção (44 dias) foi influenciado pela dose de 120 kg de  $P_2O_5$ /ha, enquanto o ponto de máximo acúmulo ocorreu aos 80 dias de idade da planta. A diferença de 36 dias entre os dois pontos, corresponde ao "período crítico" de absorção de potássio pela planta. A extração de potássio foi mais intensa quando a planta esteve submetida à maior dose de fósforo no solo.

Miller et al. (1961) estudaram as relações entre concentrações de fósforo e de potássio, em folhas e caules de soja e verificaram uma correlação altamente positiva entre os dois elementos e, também entre o teor de potássio nas folhas e a produção de grãos. Entretanto, Cordeiro et al. (1979) observaram que os teores de potássio no tecido da planta não apresentaram correlação com a produção de grãos, concluindo que a dose mais elevada de fósforo no solo (120 kg/ha) proporciona um "consumo de luxo" de potássio pela planta.

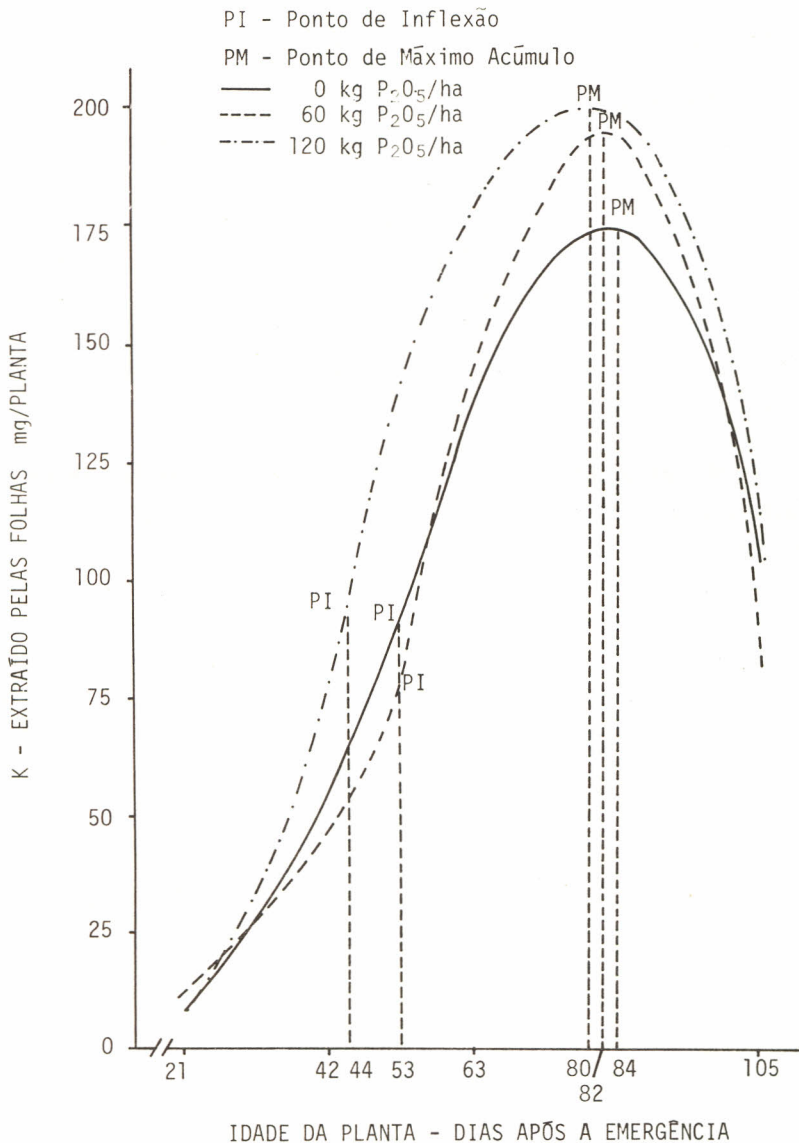


FIG. 4. Pontos de inflexão e de máxima extração de potássio pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Cordeiro et al. 1979.

#### 2.2.4 Absorção de cálcio

Na Fig. 5 observa-se que, nos tratamentos com zero e 60 kg de  $P_2O_5$ /ha, o acúmulo de cálcio nas folhas é semelhante, até 56 a 59 dias de idade. Porém, na dose de 120 kg/ha de  $P_2O_5$  parece haver uma antecipação do ponto de inflexão (Cordeiro et al. 1979). Segundo estes autores, durante esse período (da emergência até o ponto em que a absorção é acelerada), independentemente dos tratamentos utilizados, ocorre a absorção de 50% da quantidade de cálcio acumulada nas folhas. Conforme Cordeiro et al. (1979), nas folhas das plantas que não receberam fósforo na adubação, o ponto de máxima extração de cálcio ocorreu aos 91 dias, enquanto nos outros tratamentos houve uma antecipação de quatro dias. O acúmulo de cálcio nas folhas parece que é inibido pela aplicação crescente de fósforo no solo. Evans et al. (1950) verificaram que teores insuficientes ou mesmo ausência de cálcio na solução nutritiva provoca aumentos do teor de magnésio, fósforo, potássio e boro nas folhas de soja, o que indica a existência de interação entre o fósforo e o cálcio na nutrição da soja. Não foi encontrada literatura específica abordando esse tipo de interação.



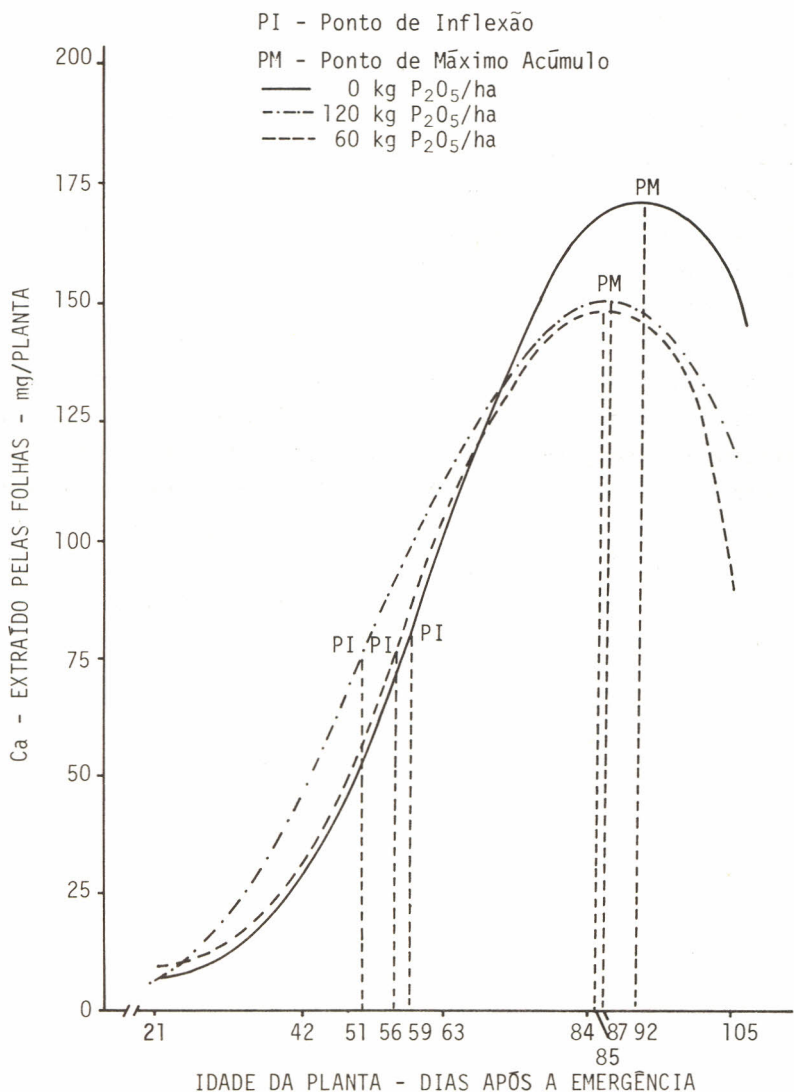


FIG. 5. Pontos de inflexão e de máxima extração de cálcio pelas folhas de soja (Cultivar ('IAC-2')), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Cordeiro et al. 1979.

### 2.2.5 Absorção de magnésio

De acordo com Cordeiro et al. (1979), o acúmulo de magnésio nas folhas, tanto com zero como com 60 kg/ha de  $P_2O_5$ , é contínuo e igual até os 63 dias após a emergência (Fig. 6). A extração de magnésio, neste período, sob a influência da dose de 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , é paralela e superior as doses zero e 60 kg/ha. Após os 63 dias, ocorre inversão na extração de magnésio, isto é, a medida que aumenta o teor de fósforo no solo, diminui a concentração de magnésio nas folhas. Aos 83 dias de idade, ocorre os pontos de máximo acúmulo nas folhas de plantas que receberam 60 a 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , sendo que o menor valor de magnésio acumulado (56 mg/planta) foi encontrado no tratamento com maior quantidade de fósforo. As folhas das plantas que não receberam fósforo, acumularam maior teor de magnésio (62 mg/planta) no ponto de máximo extração aos 90 dias de idade. Muitos investigadores afirmam que o magnésio funciona como vetor na absorção de fósforo pela planta. Os resultados obtidos por Cordeiro et al. (1979) confirmam a existência de uma possível interação dos dois íons. Embora existam na literatura inúmeros trabalhos mostrando os efeitos benéficos do magnésio na absorção de fósforo pela planta, inexistem investigações que mostrem o efeito do fósforo na absorção do magnésio. Em vista desse fato, formula-se a hipótese de que o magnésio acumulado até os 63 dias de idade é translocado para os órgãos reprodutivos, que aparecem em maior quantidade nas plantas que receberam doses maiores de fósforo (Cordeiro et al. 1979).

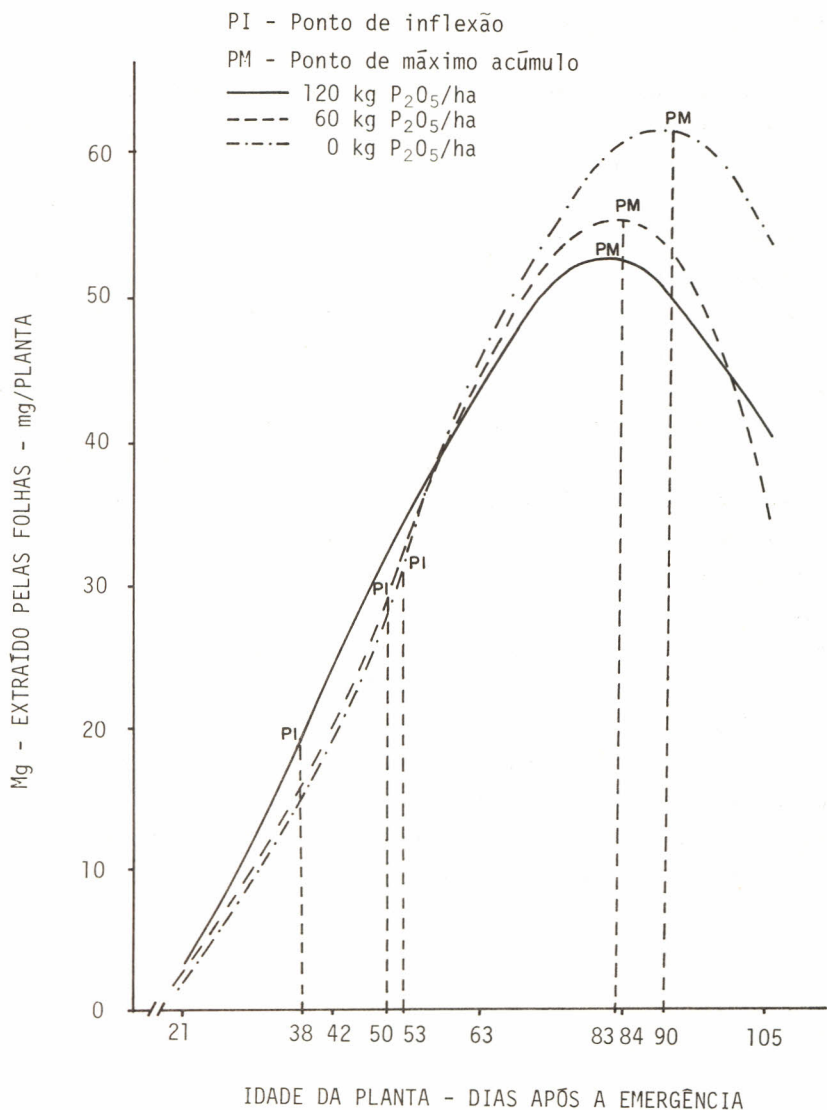


FIG. 6. Pontos de inflexão e de máxima extração de magnésio pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Cordeiro et al. 1979.

## 2.2.6 Absorção de enxofre

O acúmulo de enxofre nas folhas, de acordo com Cordeiro et al. (1979) aumentou a partir dos 21 dias de idade, com quantidades semelhantes para as plantas dos tratamentos zero a 60 kg de  $P_2O_5/ha$  (Fig. 7). Os

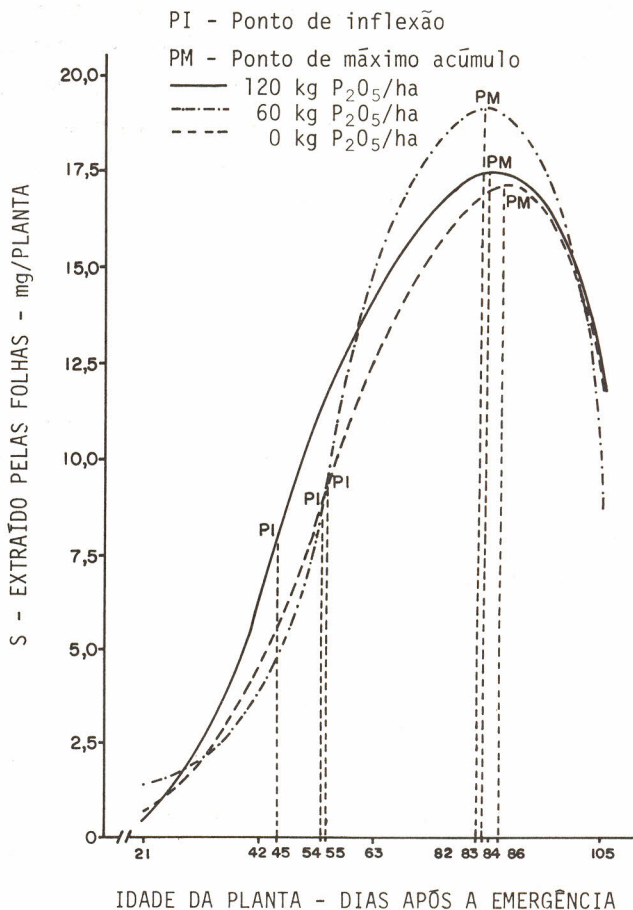


FIG. 7. Pontos de inflexão e de máximo extração de enxofre pelas folhas de soja (Cultivar 'IAC-2'), em função da idade da planta e de três doses de fósforo. Cordeiro et al. 1979.

pontos de inflexão encontram-se em torno dos 53 dias de idade. As plantas que receberam 120 kg de  $P_2O_5$ , tiveram um acúmulo de enxofre mais acentuado após os 21 dias, atingindo o ponto de inflexão aos 45 dias de idade, com um teor de 8 mg de enxofre por planta. A partir dos pontos de inflexão, as plantas aceleraram a absorção, atingindo os pontos de máximo acúmulo em torno de 82 a 86 dias de idade. A dose de 60 kg de  $P_2O_5$  proporcionou um aumento na concentração de enxofre nas folhas de soja (19 mg/planta). Infelizmente, a literatura a respeito do comportamento do enxofre na planta, em presença de diferentes doses de fósforo, é escassa. Wooding et al. (1972), utilizando solução nutritiva verificaram que a deficiência de fósforo provocou uma redução na concentração de enxofre na parte vegetativa da planta.

### 2.3 Considerações finais sobre exigências nutricionais

Após observações detalhadas da marcha de absorção dos macronutrientes pela cultivar IAC-2, de hábito de crescimento indeterminado, pôde-se discutir alguns aspectos de caráter prático, inerentes às informações obtidas através da Tabela 4.

Pelo exposto na Tabela 4, pode-se dizer que:

- a) em ordem decrescente, a planta é mais exigente em  $N > K > Ca > Mg > P > S$ ;
- b) o ponto de máximo acúmulo de todos os nutrientes estudados está entre 82 a 92 dias de idade;
- c) o início do período de maior absorção dos macronutrientes está na faixa de 38 a 59 dias de idade da planta de soja;
- d) o "período crítico", período de intensa absorção para todos os macronutrientes, possui uma amplitude de 29 a 39 dias, quando as plantas absorvem cerca de 50% de suas necessidades.

TABELA 4. Quantidade total do nutriente acumulado, porcentagem do total acumulado e período crítico em relação a idade da planta, com a dose 60 kg/ha de  $P_2O_5$ . EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1979.

Macronutrientes	Pontos de inflexão		Ponto de máximo acúmulo		Período crítico (dia) <sup>2/</sup>
	Idade da planta <sup>1/</sup>	% do total acumulado	Idade da planta <sup>1/</sup>	Total acumulado (mg/planta)	
Nitrogênio	53	52	83	383	30
Fósforo	52	52	80	26	28
Potássio	53	51	82	191	29
Cálcio	56	51	85	158	29
Magnésio	50	47	84	57	34
Enxofre	54	50	84	18	30

<sup>1/</sup>Dias após a emergência.

<sup>2/</sup>Período de intensa absorção.

Fonte: Cordeiro et al. 1979.

### 3 ADUBAÇÃO PARA A SOJA

#### 3.1 Adubação nitrogenada

Trabalhos conduzidos por Cordeiro (1977), revelam que para produzir 2.000 kg de grãos de soja por hectare, são necessários cerca de 170 kg de N, e, destes, 110 kg são exportados da lavoura pelas sementes.

A utilização de pequena dose de nitrogênio mineral no plantio da soja, se prende à afirmativa de que este nutriente promove um "arranque inicial" na cultura, uma vez que são necessários 15 a 25 dias para que o *Rhizobium japonicum* penetre no sistema radicular, forme o nódulo e este passe a fornecer nitrogênio para a soja através da fixação simbiótica do nitrogênio.

Por outro lado, diversos trabalhos citados por Campo & Sfredo (1981) mostraram que o nitrogênio é inibidor da nodulação e, consequentemente, da fixação simbiótica do nitrogênio. Os trabalhos conduzidos por Campo et al. (1981), em solo do Paran , utilizando doses de nitrogênio no sulco de plantio, também não revelaram acréscimos significativos de produ o (Tabela 5).

TABELA 5. Resultados médios (4 repeti es) de número e peso de nódulos (10 plantas), nitrogênio no tecido (g 10 plantas), nitrogênio nos grãos (kg/ha) e produ o de grãos (kg/ha), obtidos da aplica o de quatro doses de nitrogênio em soja 'Bragg'. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1981.

Tratamento	N�dulos (10 plantas)		Nitrogênio		Produ�o de gr�os (kg/ha)
	n�mero	peso seco (g)	tecido 10 plantas	(kg/ha)	
Sem inocular	175,2	0,64	2,33	112,42	1974,0
Inocula�o	206,5	0,78	2,41	128,28	2252,0
Inocula�o + 10 kg N	153,0	0,60	2,34	124,34	2180,0
Inocula�o + 20 kg N	149,0	0,54	2,02	123,86	2175,0
Inocula�o + 40 kg N	159,0	0,46	2,12	121,99	2172,0
C.V. (%)	12,92	23,14	11,59	11,76	10,15

A inocula o das sementes   uma garantia para um adequado suprimento de nitrogênio via fixa o simbiótica. A cada plantio   recomendável que se faça a inocula o de modo a assegurar uma boa distribui o dos nódulos próximos ao coleto no sistema radicular. Além disto, as estirpes de *Rhizobium* dos inoculantes são periodicamente substituídos por outros mais competitivos e mais eficientes.

O método clássico de inoculação consiste em: a) umedecer as sementes com água (200 a 400 ml de água por 50 kg de semente); b) adicionar 200 gramas de inoculante; c) misturar até distribuição uniforme do inoculante sobre as sementes; d) deixar secar à sombra, e e) efetuar a semeadura em solo com teor adequado de umidade. Caso a semente inoculada não seja plantada no mesmo dia, poderá ser guardada à sombra, para plantio no dia seguinte. Para o primeiro ano de plantio de soja deve-se usar o dobro de inoculante. Nos casos seguintes, a inoculação pode ser feita pelo método clássico. Para o primeiro ano de plantio, em solos de cerrado, recomenda-se aplicar 1,0 kg de inoculante por 50 kg de semente. Misturar 1,0 kg de inoculante com 1,0 litro de água mais 200 gramas de açúcar cristal (não refinado) e misturar à semente.

A simples inoculação das sementes com o *Rhizobium* específica, não garante a formação de nódulos nem a fixação do nitrogênio. Diversos fatores relacionados com a bactéria, com o solo, com a planta e com a interação destes podem impedir ou limitar o rendimento da cultura. Dentre diversos fatores os dois mais importantes são a qualidade do inoculante e as condições do solo. A qualidade do inoculante vai depender, especialmente, da eficiência das estirpes e da riqueza do inoculante em número de células da bactéria na ocasião do seu uso.

Os inoculantes de soja produzidos no país, mesmo nos laboratórios privados, são elaborados com estirpes fornecidas pelos laboratórios oficiais. Estas estirpes são selecionadas pela eficiência na fixação do  $N_2$  e pela capacidade de competir com as estirpes do solo.

Dos fatores que afetam a fixação simbiótica do nitrogênio em soja, a temperatura, a umidade e a atmosfera do solo podem ser alterados através do manejo dos solos.

Atribuindo à diferença de temperatura observada entre o sistema de plantio direto e o convencional, Voss & Sdiras (1984), justificam o maior peso de nódulos obtidos no sistema de plantio direto (Fig. 8).



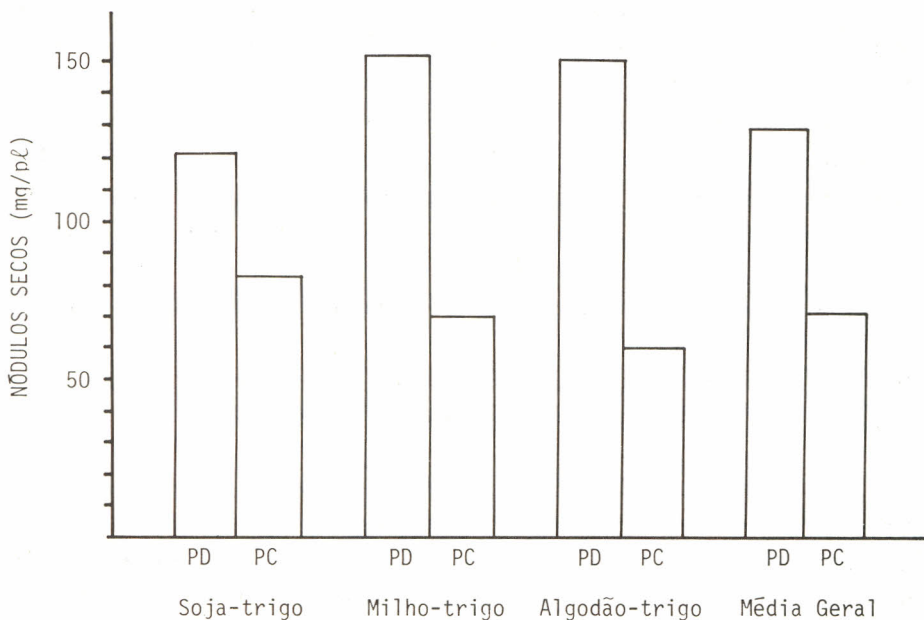


FIG. 8. Peso de nódulos de soja após seis anos de Plantio Direto (PD) e Plantio Convencional (PC), no estágio de florescimento, na profundidade de 0-20cm em LRd, nas sucessões soja-trigo, milho-trigo e algodão-trigo. Londrina, PR. 1983.

Fonte: Voss e Sidiras, 1984.

### 3.2 Adubação fosfatada

#### 3.2.1 Solos de cultivo recente

Em solos de exploração recente ou com baixos teores de fósforo disponível, as deficiências se manifestam principalmente através da baixa produtividade, do reduzido porte das plantas e da pequena altura de inserção das primeiras vagens. Trabalhos de pesquisa realizados em 1975/76, evidenciaram que, à medida que se fornece doses crescentes de  $P_2O_5$ , aumenta a altura de planta, altura de inserção das primeiras vagens e a produtividade (Fig. 9).

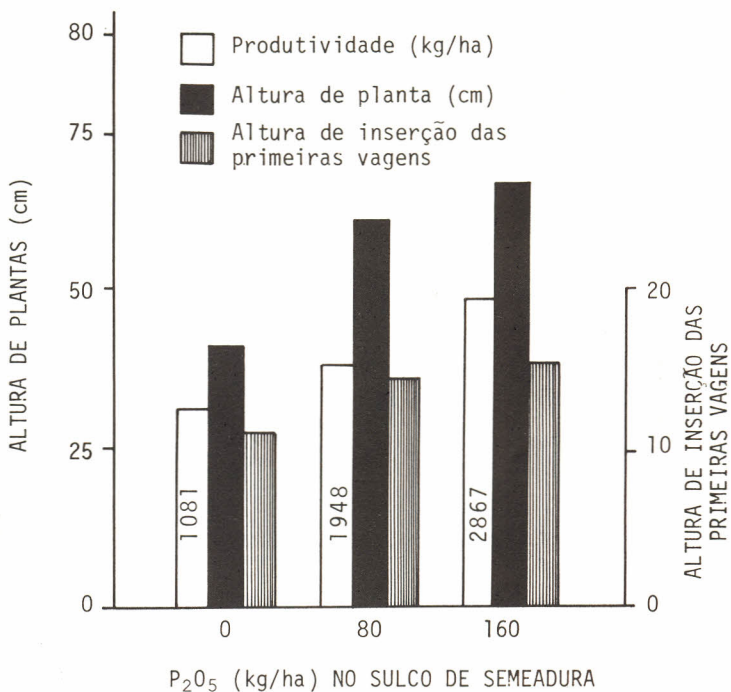


FIG. 9. Efeito de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sobre a altura de plantas, a altura de inserção das primeiras vagens e produtividade em Latossolo Roxo distrófico. Palotina, PR.

Fonte: IAPAR/Programa Soja 1975/76.

Portanto, a adubação fosfatada para a soja, em solos de baixa fertilidade natural e com baixo teor de fósforo residual das adubações de culturas anteriores, tem se revelado uma prática de valor no incremento da produtividade, (Fig. 10).

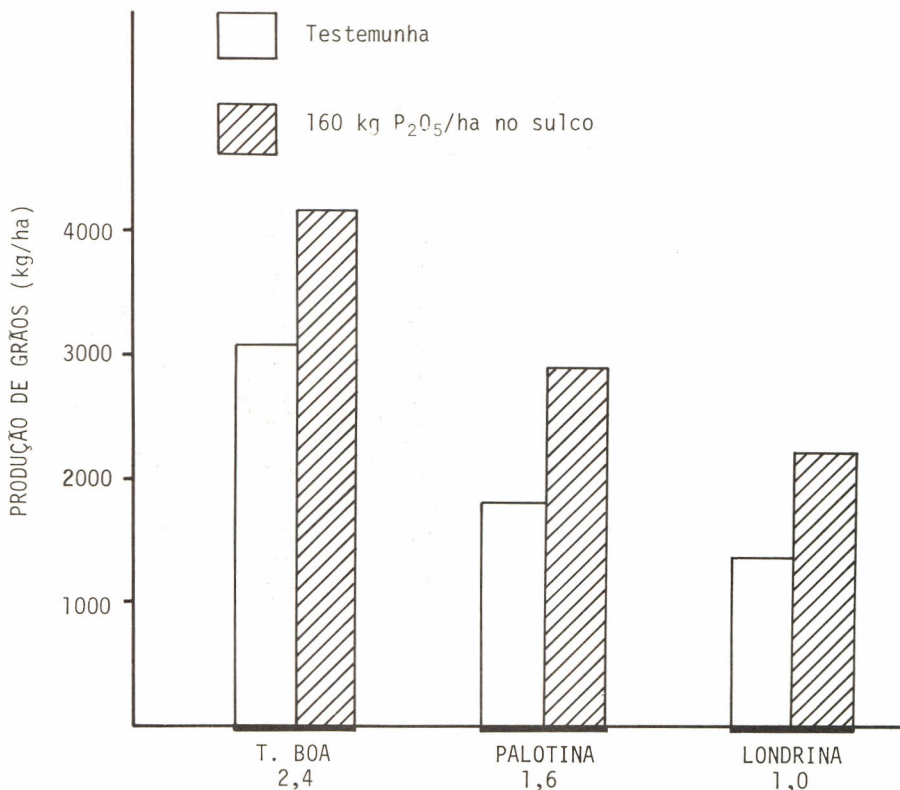


FIG. 10. Produção de grãos de soja em solos argilosos de manejo recente, submetidos à adubação fosfatada no sulco de semeadura. EMBRAPA-CNPSO/IAPAR. 1983.

### 3.2.2 Solos de cultivo antigo

Os solos do Paraná cultivados com soja e trigo, e adubados por mais de três anos, têm acumulado fósforo, que não aparece na análise, de tal modo que a soja, com a sua capacidade de aproveitamento, permite, em muitos casos, reduções consideráveis nos gastos com fertilizantes fosfatados. Muitas vezes a situação de ausência de resposta a P, comprova a infidelidade do extrator químico de solo (Mehlich) e reforça a idéia de se complementar a análise de solo com outras informações relacionados com o histórico da área (Figs. 11 e 12).

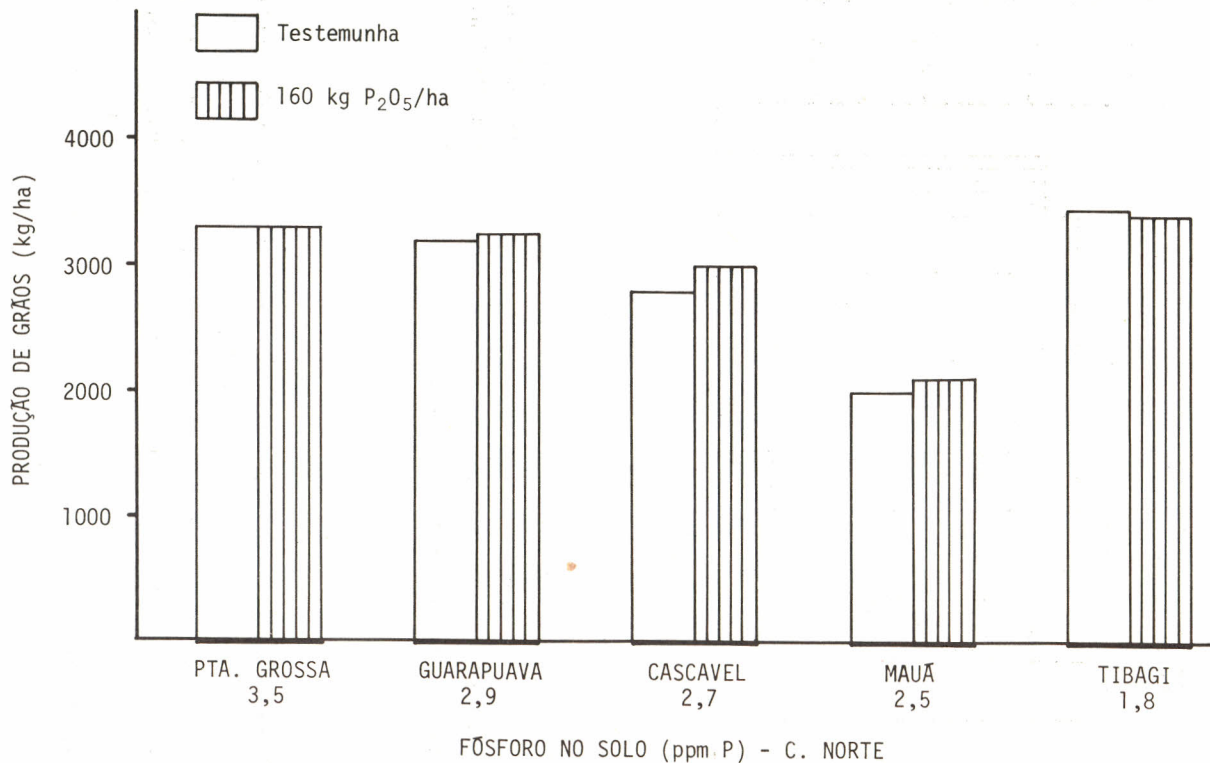


FIG. 11. Produção de grãos de soja em solos argilosos com fósforo residual de culturas anteriores, submetidos à adubação fosfatada no sulco de semeadura. EMBRAPA-CNPSo/IAPAR. Londrina, PR. 1983.

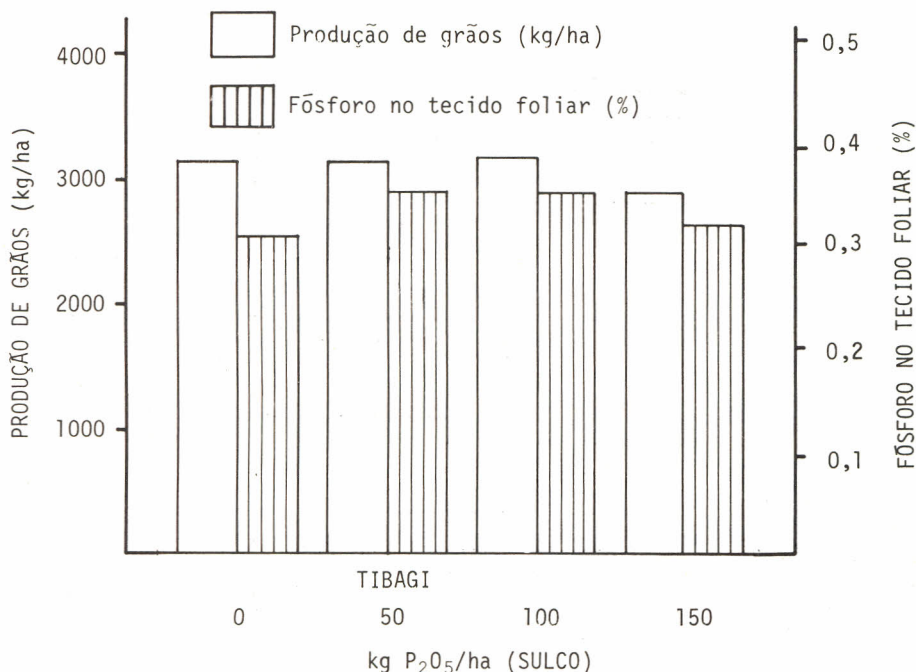


FIG. 12. Produção de grãos de soja e teores de fósforo no tecido foliar, em função de níveis crescentes de  $P_2O_5$ /ha no sulco de semeadura, em um solo argiloso com 2ppm P (método de Melich). EMBRAPA-CNPSO/IAPAR. Londrina, PR. 1983.

Macarenhas et al. 1981, estudando o efeito residual de fertilizantes aplicados na sucessão soja-trigo, em Latossolo Roxo eutrófico de São Paulo, evidenciaram o bom desempenho da análise de tecido para avaliação do estado nutricional da lavoura (Tabela 6). O CNPSO tem obtido boas correlações entre os teores de fósforo foliar e a produção de grãos de soja no estado do Paraná. Portanto, a análise poderá servir como instrumento adicional de trabalho (Fig. 13).

TABELA 6. Produção de grãos e teores de P e K nas folhas de soja cultivada com e sem adubação, em sucessão ao trigo, em Latossolo Roxo eutrófico de localidades paulista, em 1979/80, para verificação do efeito residual sobre a soja, das adubações de culturas anteriores. IAC-Campinas, SP. 1981.

Localidade	Cultivar de soja plantada	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> emg/100	Produção de grãos (kg/ha)		Teor nas folhas (%)			
			Sem adubo	Com adubo	P		K	
					Sem adubo	Com adubo	Sem adubo	Com adubo
Maracá I <sup>1/</sup>	Bragg	0,21	1364 a	1443 a	0,307 a	0,256 b	2,48 a	2,48 a
Maracá II <sup>1/</sup>	Paraná	0,17	1268 a	1357 a	0,381 a	0,378 a	3,21 a	3,13 a
Cruzália	Paraná	0,03	2284 a	2167 a	0,305 a	0,325 a	3,03 a	2,85 a
Candido Mota	Paraná	0,09	2081 a	2290 a	0,309 b	0,337 a	3,06 a	3,23 a
Florínea	Paraná	0,09	2938 a	3132 a	0,300 a	0,301 a	3,10 a	3,14 a

(\*) Letras não comuns expressam diferenças significativas pelo teste de t a 5%.

<sup>1/</sup>Propriedades agrícolas dos municípios onde foram conduzidos os experimentos.

Mascarenhas et al. 1981.

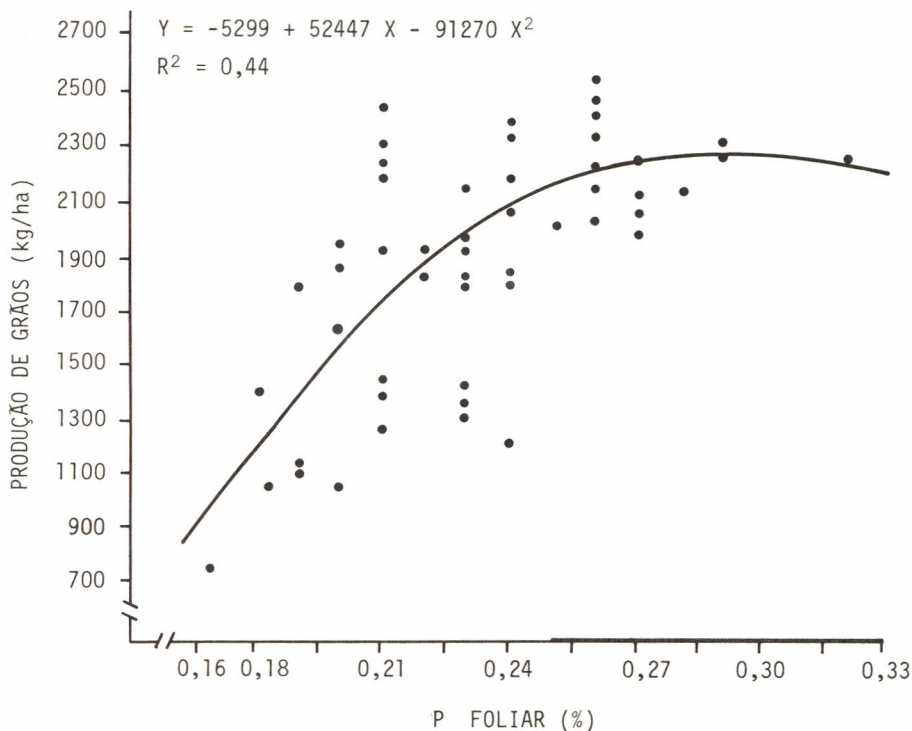


FIG. 13. Correlação entre os teores de fósforo foliar e a produção de grãos de cultivar de soja Paraná, em Latossolo Roxo distrófico de Londrina. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1983.

### 3.2.3 Fontes de fósforo

Na fabricação de fertilizantes, a utilização de fósforo na forma solúvel tem sido preferida às formas menos solúveis, contudo, a energia dispendida promove um alto custo deste tipo de insumo.

Na busca de novas alternativas de suprimento de fósforo, o uso de fosfatos naturais brasileiros vem sendo estudado por mais de 30 anos em diversas regiões do País.

No Brasil, a existência de grandes reservas de rochas fosfata-

das tem aumentado o interesse pelo uso de fosfatos naturais. Fosfatos naturais são rochas moídas e concentradas, sem o prévio tratamento químico ou térmico.

O CNPSoja desenvolveu, durante o período de 1977 a 1981, trabalhos visando o aproveitamento de alguns fosfatos naturais brasileiros no cultivo da soja. Os trabalhos revelaram pouca eficiência dos fosfatos quando comparados com o Superfosfato Triplo (Tabela 7).

TABELA 7. Valores da eficiência relativa (E.R.) de fosfatos comparados ao superfosfato triplo, para a cultura da soja em Latossolo Bruno distrófico, em um período de três anos. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR. 1982.

Fosfatos	Valores de E.R. (1) (%)		
	Safras		
	1977/78	1979/80	1980/81
Patos de Minas	42,2	44,3	86,6
Araxá	36,4	14,6	39,7
Olinda	58,3	95,5	114,0
Catalão	0,0	5,5	7,8
Superfosfato triplo	100,0	100,0	100,0
Termofosfato IPT	55,8	38,8	34,5

Fonte: Lantmann (1981) dados não publicados.

### 3.2.4 Formas de adubação fosfatada em soja

Nos solos em que a soja responde à adubação fosfatada, a eficiência de aproveitamento deste fertilizante é mais pronunciada quando a sua aplicação é feita no sulco de plantio, ligeiramente ao lado e abaixo do nível das sementes. Resultados do CNPSo mostram que o uso de 100



kg de  $P_2O_5$ /ha no sulco de semeadura proporciona melhores produtividades que a aplicação de 300 kg de  $P_2O_5$  aplicados à lâncõ e incorporados com grade pesada.

### 3.3 Adubaçãõ potássica

Os solos do Paranã, prõprios para o cultivo intensivo em seu estado natural, normalmente apresentam um adequado suprimento de potássio, conforme mostram os resultados referentes aos efeitos da adubaçãõ potássica para a cultura da soja (Fig. 14). Exceçãõ feita a solos com baixa capacidade de troca de cãtions, como grande parte dos solos arenosos situados na regiãõ Nordeste.

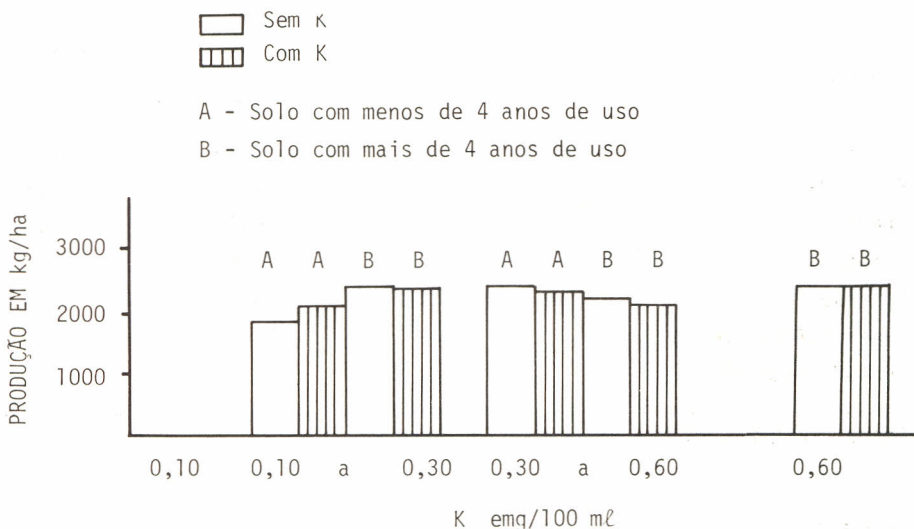


FIG. 14. Efeitos mÃedios de adubaçãõ potássica na produçãõ de soja, em funçãõ de teores de  $K^+$  no solo, obtidos de experimentos realizados em diferentes solos do Estado do Paranã.

Fonte: Campo et al. 1981 e Cordeiro et al. 1979.

Este panorama gerou certa prioridade ao fósforo, através do uso das formulações do tipo 3:1, que normalmente fornecem, apenas cerca de 60% do total de potássio exportado pela semente de soja. Muitos solos, embora apresentem teores médios e altos de K trocável, não são dotados de grande reserva natural; isto, aliado ao uso inadequado de fertilizantes, pode causar, ao longo dos anos, esgotamento do solo e conseqüente prejuízo para a cultura da soja.

As culturas introduzidas em solos com boa disponibilidade de potássio, normalmente não apresentam resposta à adubação potássica. Esta situação tem sido comum para a maioria das culturas no estado. Porém, com a introdução de uma agricultura mais intensiva que possibilite a obtenção de maiores rendimentos, este quadro tende a modificar-se, pois poderá surgir limitação de produtividade por deficiência de potássio.

No Estado do Paraná, têm sido observados, visualmente, sintomas de deficiência de potássio em soja, e com muito mais freqüência, têm sido constatados teores insuficientes de potássio foliar. Trabalhos de pesquisa conduzidos de 1974 a 1976, não evidenciaram aumentos significativos na produtividade da soja no Paraná, devido aos altos teores de potássio trocável no solo (Tabela 8). Experimento de longa duração conduzido pelo CNPSo, com início em 1978, também não expressou resposta ao potássio nos três primeiros anos da sucessão soja-trigo. Porém, nos últimos dois anos, houve efeito marcante dos níveis de potássio, tanto no tecido foliar quanto na produção de grãos de soja (Fig. 15). Tanto a análise de solo quanto a de tecido foliar mostraram-se eficientes para auxiliar o diagnóstico da disponibilidade e absorção de potássio pela planta.

TABELA 8. Produção de grãos de soja (kg/ha) em função de doses de potássio, aplicadas em solos cultivados por mais de três anos, com a sucessão soja-trigo no Paraná. IAPAR/CNPSO. Londrina, PR. 1983.

K <sub>2</sub> O (kg/ha)	Localidades				
	Campo Mourão 1974/75	Cascavel 1974/75	Ponta Grossa 1975/76	Guara puava 1975/76	Andirá 1976/77
0	3560 a <sup>1/</sup>	3120 a	3210 a	3173 a	1371 a
30	3495 a	2823 a	3377 a	3006 a	1298 a
60	3349 a	3051 a	3342 a	3125 a	1419 a
90	3567 a	3308 a	3171 a	3022 a	1209 a
K (meq/100)	0,23	0,36	0,25	0,27	0,60

<sup>1/</sup> As médias com letras em comum nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).

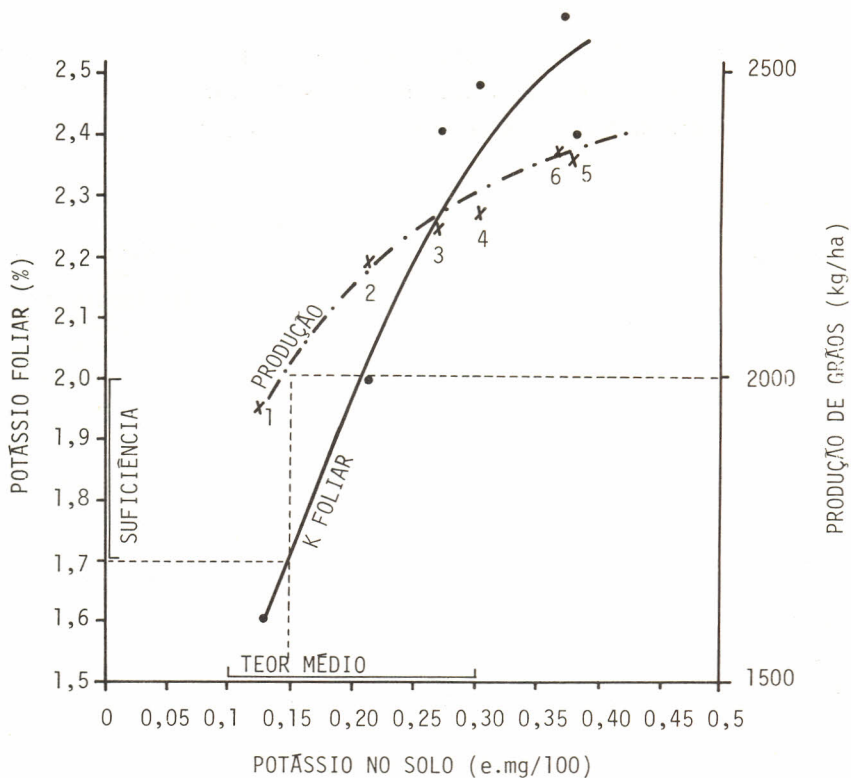


FIG. 15. Correlação entre os teores de potássio do solo com o potássio foliar e com a produção de grãos da cultivar Paraná em um Latossolo Roxo distrófico adubado com potássio nas doses 0 (1); 40 (2); 80 (3); 120 (4); 160 (5) e 200 (6) kg de  $K_2O$ /ha no sulco de plantio nos quatro anos anteriores. EMBRAPA-CNPSO. Campo Mourão, PR. 1983.

Em recente trabalho conduzido por Palhano et al. 1984, foi observada resposta crescente da soja à adubação potássica (Tabela 9). Este solo, na época de instalação do trabalho citado apresentava 0,05 m.eq. de  $K^+$ . Valor tão baixo de potássio foi atribuído ao uso contínuo, pelo agricultor, de formulação pouco concentrada em potássio.

TABELA 9. Produção de grãos de soja da cultivar Paranã em função de doses de potássio aplicadas em Latossolo Roxo distrófico, Marilândia do Sul. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1984.

Tratamentos kg K <sub>2</sub> O/ha	Produção (kg/ha)	
	Marilândia do Sul	
0	776	e <sup>1/</sup>
40	2655	d
80	3189	c
120	3324	bc
160	3499	ab
200	3529	a

<sup>1/</sup> Média seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si. (Duncan, P = 0,05).

### 3.4 Enxofre e adubação verde

A cultura da soja tem apresentado pouca resposta ao enxofre. Lantmann (1982), testou níveis de enxofre na cultura da soja, em seis localidades do Paranã, e não foram observadas respostas da cultura ao enxofre. Este resultado foi atribuído aos níveis elevados de matéria orgânica que é uma importante fonte de enxofre (Tabela 10). Trabalho conduzido pelo CNPSO com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de diversos adubos verdes sobre a produção da soja, revelou tendências de aumento de produção quando houve a incorporação, ao solo, de leguminosas e restos culturais de milho (Tabela 11).

TABELA 10. Rendimento de grãos de soja (kg/ha) da cultivar Paraná, obtidos em experimentos com doses de enxofre, conduzidos em seis locais do Estado do Paraná (média de três repetições). EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1982.

Localidades	Solo <sup>1/</sup>	Matéria orgânica (%)	Doses de enxofre (kg/ha) <sup>2/</sup>					C.V. (%)
			0	20	40	60	80	
Campo Mourão <sup>3/</sup>	Latossolo Roxo álico	3,92	1735	1690	1750	1880	1660	14,9
Guarapuava <sup>4/</sup>	Latossolo Bruno distrôfico	3,01	3255	2960	3230	2780	3200	16,0
Londrina (Sede) <sup>3/</sup>	Latossolo Roxo eutrôfico	2,49	2485	2720	2670	2410	2405	9,9
Marilândia do Sul <sup>3/</sup>	Latossolo Roxo distrôfico	5,40	2455	2125	2280	2220	1825	14,2
Ponta Grossa <sup>4/</sup>	Podzólico Vermelho-Amarelo	4,55	2220	2250	2125	2210	2110	12,3
Londrina (Warta) <sup>3/</sup>	Latossolo Roxo eutrôfico	2,95	2410	2590	2395	2315	2625	16,4

<sup>1/</sup> Caracterização pedológica segundo critérios definidos pelo SNLSC-EMBRAPA.

<sup>2/</sup> Enxofre aplicado no sulco de semeadura, na forma de Sulfato de Cálcio com 17% de S.

<sup>3/</sup> Resultados médios das safras 1980/81 e 1981/82.

<sup>4/</sup> Resultados da safra 1981/82.

TABELA 11. Rendimento de soja (média de quatro repetições kg/ha) da cultivar Viçoja, em cultivo mínimo e convencional, semeada após a incorporação de algumas leguminosas de verão ou restos de outras culturas e da própria soja. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR. 1981.

Tratamentos utilizados antes da soja	Ano agrícola					
	1978/79		1979/80		1980/81	
	Mínimo	Convencional	Mínimo	Convencional	Mínimo	Convencional
Milho	2098	2286	2340 a <sup>1/</sup>	2345 ab	2924 a	2745 a
Milho + mucuna	2117	2261	2206 ab	2446 a	2639 b	2669 ab
Soja	2186	2011	2257 ab	2138 ab	2576 b	2416 c
Soja + trigo	1832	2127	1911 b	1980 b	2147 c	2503 bc
Mucuna preta	2126	2263	2233 a	2493 a	2572 b	2645 ab
Guandú	2170	2236	2249 ab	2244 ab	2659 b	2643 ab
Crotalária	2146	2277	2254 ab	2305 ab	2470 b	2476 bc
Lab-lab	1913	1968	1977 ab	2067 b	2579 b	2563 abc
CV (%)	6,2	10,4	5,4	6,7	4,7	4,7

<sup>1/</sup> Médias com letras comuns nas colunas não diferem entre si (Duncan 5%).

### 3.5 Micronutrientes

Pode-se afirmar que originalmente os solos do Paraná são bem supridos de micronutrientes, exceção feita a solos de textura arenosa situados na região Nordeste.

Assim, os problemas com micronutrientes poderão ocorrer por indução, ou seja: o excesso de adubação fosfatada promove deficiências de zinco; a calagem pesada insolubiliza formas de zinco; a calagem em quantidade subestimada ou mal aplicada compromete a disponibilidade de molibdênio; e, baixos níveis de matéria orgânica no solo induzem a deficiências de zinco e molibdênio.

Recentes trabalhos realizados pelo CNPSo têm revelado resposta da soja à aplicação de molibdênio, via semente, em função de ausência de cálcio (Figs. 16 e 17), quando os solos apresentam acidez (pH abaixo de 5,4).

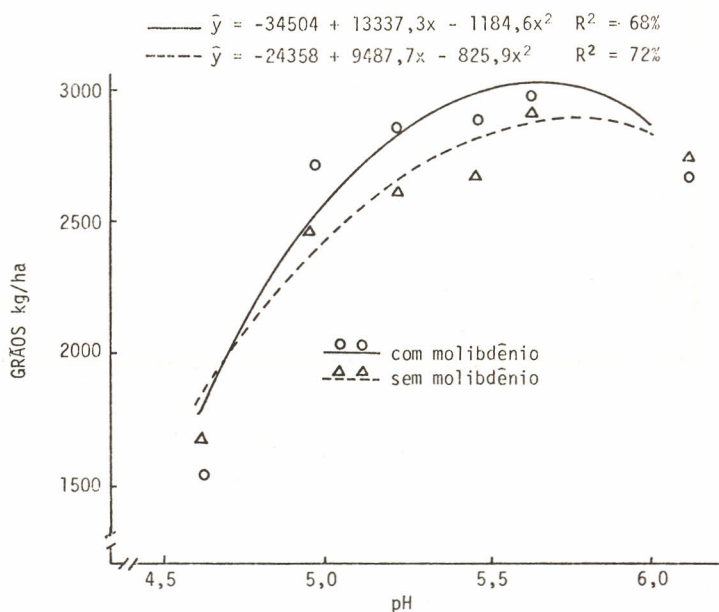


FIG. 16. Relação entre produção de soja cultivar Paraná e pH do solo com e sem aplicação de molibdênio em Guarapuava, PR. EMBRAPA-CNPSo. Londrina, PR. 1984.





### 3.6 Estimativa de adubação econômica

Trata-se de um critério que engloba os aspectos técnicos e contempla também os aspectos econômicos, pois recomenda doses de fertilizantes em função da relação de preços do insumo e do produto.

É um recurso mais dinâmico e com maior flexibilidade do que tabelas de adubação, através do qual pode-se recomendar níveis de adubação com leituras diretas (Fig. 18).

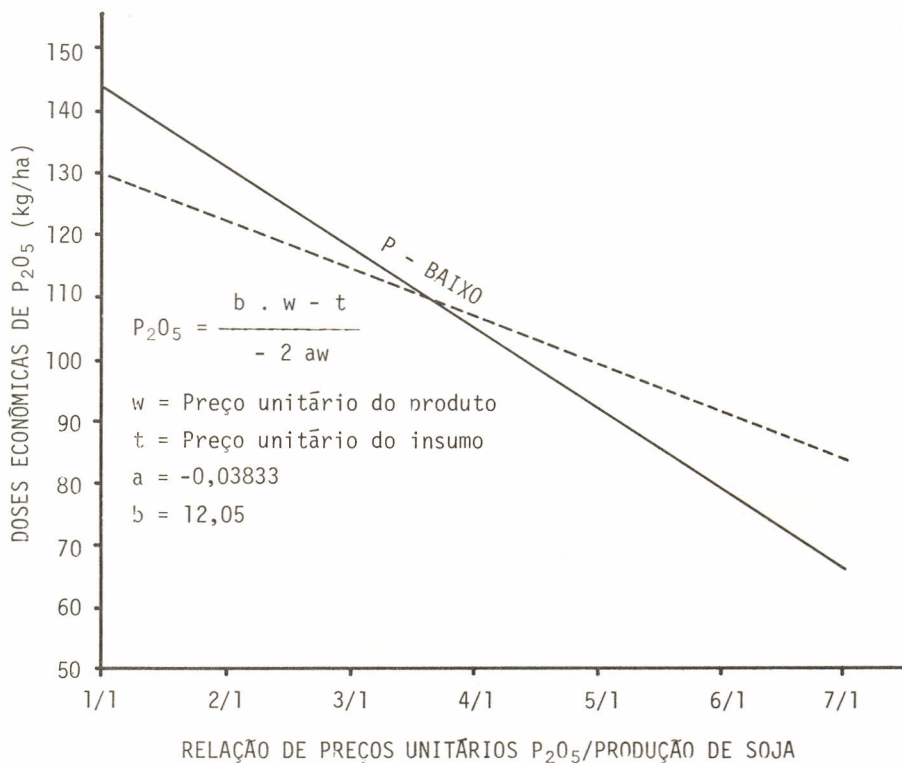


FIG. 18. Estimativa de doses econômicas de  $P_2O_5$  no sulco de plantio de soja (cv. Paraná) em um LRd com baixa disponibilidade de fósforo. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1983.

#### 4 CALAGEM

Na grande maioria dos solos do Paraná onde a soja é cultivada, a acidez é capaz de comprometer o desenvolvimento da cultura. Desta forma, quantidades adequadas de calcário devem ser aplicadas, anulando totalmente os efeitos nocivos da acidez e melhorando as condições químicas do solo, para o pleno aproveitamento dos nutrientes.

Observações feitas na região produtora de soja do Estado do Paraná mostraram que as quantidades de calcário recomendadas pela metodologia até então em uso ( $Al^{3+} \times 2$ ), em uma série de situações não têm sido suficientes para a eliminação total da acidez. Como consequência disso, o potencial máximo de rendimento, em solos com problemas de acidez, não tem sido alcançado plenamente.

Em face desta situação, o CNPSO desenvolveu trabalhos de resposta da cultura da soja à aplicação de doses de calcário.

Estes estudos tiveram por objetivo principal determinar a dose de calcário que proporcione máxima produtividade técnica e econômica da soja. Neste trabalho, foi feita a comparação do efeito de doses de calcário aplicadas em função de três métodos de recomendação vigentes no país ( $Al^{3+} \times 2$ ), saturação de Bases (V%) e SMP, sobre a produtividade da soja, bem como a verificação do efeito residual das diferentes doses de calcário.

No ano agrícola 1977/78 dois experimentos foram instalados, um em Guarapuava, na região Centro-Sul, em Latossolo Bruno álico (LBa) e outro em Campo Mourão, na região Centro-Oeste, em Latossolo Roxo álico (LRa); no ano agrícola 1983/84, um experimento foi instalado em Toledo, na região Oeste, em Latossolo Roxo distrófico (LRd), e cujas análises químicas estão contidas na Tabela 12.

TABELA 12. Análise química inicial em três solos do Estado do Paraná<sup>1/</sup>. Londrina, PR. 1984.

Solo	pH em H <sub>2</sub> O	meq/100ml de solo					C (%)	P (ppm)	V (%)
		(H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> )	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>			
LRa	4,5	10,32	0,8	1,49	0,61	0,22	1,75	8,2	18,35
LBa	4,5	16,24	1,7	0,27	0,13	0,14	2,42	0,1	3,22
LRd	5,2	11,74	1,2	2,72	0,96	0,24	2,77	11,0	24,96

<sup>1/</sup>Análise efetuada no laboratório de solos do IAPAR.

Palhano et al. (1982) relataram que, na média dos anos 1978/79 e 1979/80, pelo método do  $Al^{3+} \times 2$ , a quantidade de calcário recomendada não foi suficiente para reduzir o alumínio a níveis não tóxicos no LBa, enquanto que no LRa foi possível reduzir o  $Al^{3+}$  a níveis não tóxicos, pois na soma dos dois primeiros anos (1977/78 e 1978/79), houve efeito linear em ambos os solos, na Fig. 19, onde são mostradas as produções acumuladas de grãos em kg/ha de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 anos, em ambos os locais. Pode ser observado, a partir do terceiro ano, que já há um retorno econômico, pela obtenção de produções econômicas máximas, acima da dose recomendada pelo  $Al^{3+} \times 2$ . Considerando uma relação de preço de calcário (Cz\$/t) com o preço da soja (Cz\$/kg), em torno de 100/1, pode ser verificado pela Fig. 20 que as doses mais econômicas, com cinco anos de cultivo, estão acima das recomendadas pelo método  $Al^{3+} \times 2$ , e próximas das doses recomendadas para elevar a saturação de bases para 70%, em Camo Mourão e Guarapuava, respectivamente.

RECOMENDAÇÃO DE CALCÁRIO POR VÁRIOS MÉTODOS

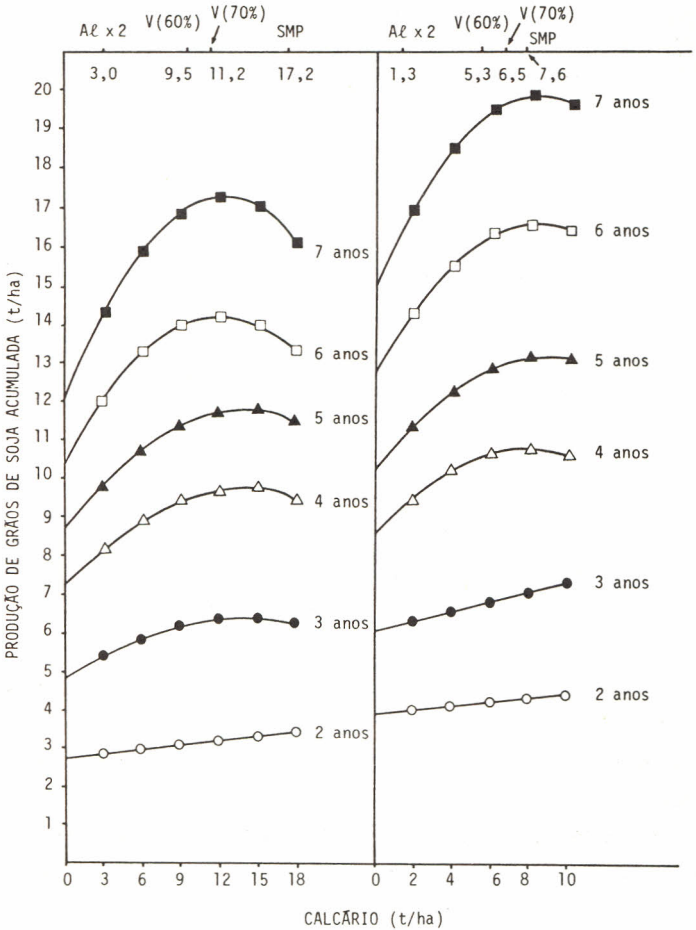


FIG. 19. Produção acumulada (dois a sete anos) de grãos de soja (t/ha) em função de doses de calcário em dois locais no Estado do Paraná. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1984.

- △—△— GUARAPUAVA (GPV) - 5 anos
- GUARAPUAVA (GPV) - 7 anos
- CAMPO MOURÃO (CM) - 5 anos
- CAMPO MOURÃO (CM) - 7 anos

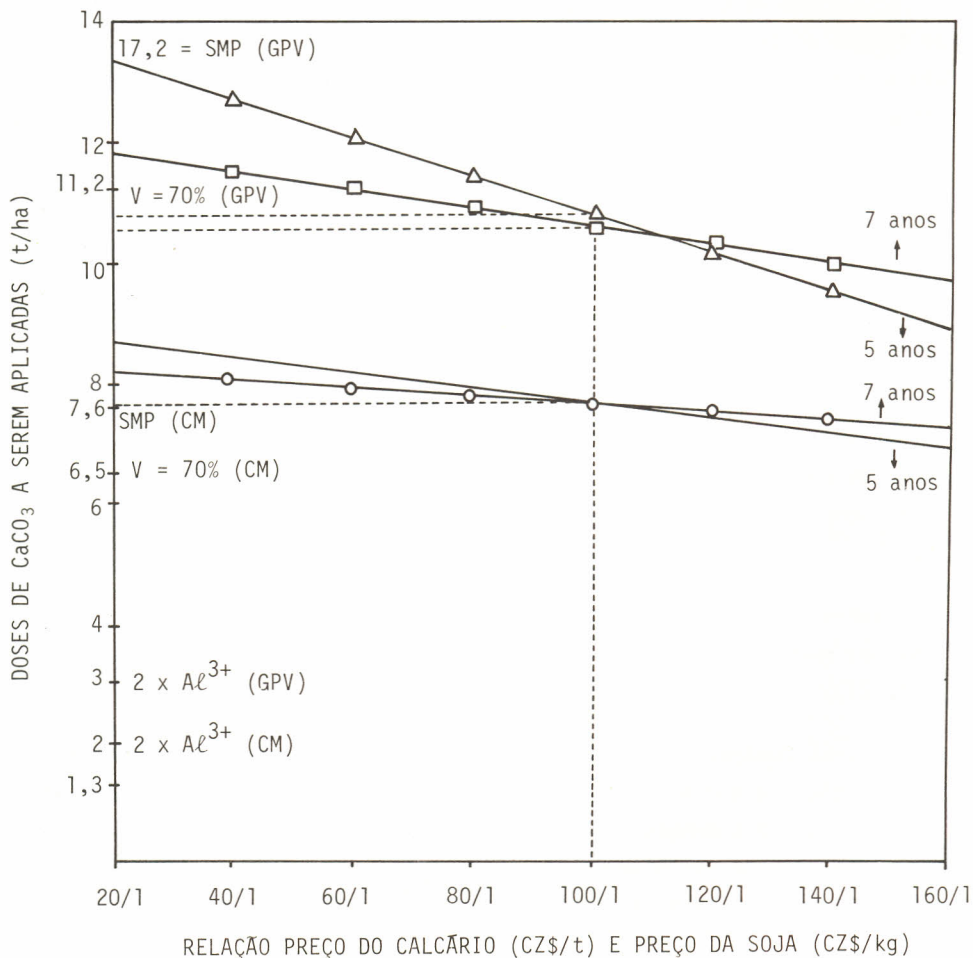


FIG. 20. Doses de calcário a serem aplicadas (t/ha) em função do preço do calcário e da soja, comparando com métodos de determinação da necessidade de calcário, na soma de cinco e sete anos de cultivo em dois locais. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1984.

Com sete anos de cultivo, a dose mais econômica, em Campo Mourão, se aproxima da recomendada pelo SMP, enquanto que em Guarapuava esta está próxima à saturação de bases.

Com estes resultados pode ser inferido que a dose determinada em função do método  $Al^{3+} \times 2$  preconizada para reduzir os efeitos da acidez por até cinco anos, não satisfaz a necessidade exigida pela soja, em ambos os locais.

Para que não haja necessidade de recomendar métodos diferentes para vários solos, para a cultura da soja deve ser utilizado o método de recomendação de quantidade de calcário que eleve a saturação de bases a 70%, com efeito residual para cinco anos. Desta forma, os resultados da Fig. 20 indicam, para o solo LBa, que a quantidade de calcário para elevar a saturação de bases para 70% irá superestimar a necessidade de calagem para um período de cinco anos. Assim, o agricultor terá necessidade de avaliar a acidez do solo somente após aquele período. Caso a saturação de bases esteja entre 60% e 70%, não haverá necessidade de efetuar a calagem antes de cinco anos.

Em Toledo, apesar dos resultados refletirem apenas a situação da calagem em dois anos da aplicação, as doses mais econômicas estão próximas às recomendadas pelos métodos de saturação de bases e pelo SPM. (Fig. 21).

Entretanto, como o método SMP leva em consideração o poder tampão do solo, que está diretamente relacionado com os teores de compostos de alumínio e manganês e de matéria orgânica, a quantidade de calcário, estabelecida por este método, poderá ser superestimada em solos com alto teor de matéria orgânica, como acontece no caso do LBa em Guarapuava.

Por isso, os resultados obtidos nos três experimentos mostram que a necessidade de calcário para a soja, em solos semelhantes aos dos experimentos, é superior à dose preconizada pelo método  $Al^{3+} \times 2$  e inferior à dose estabelecida pelo método SMP.

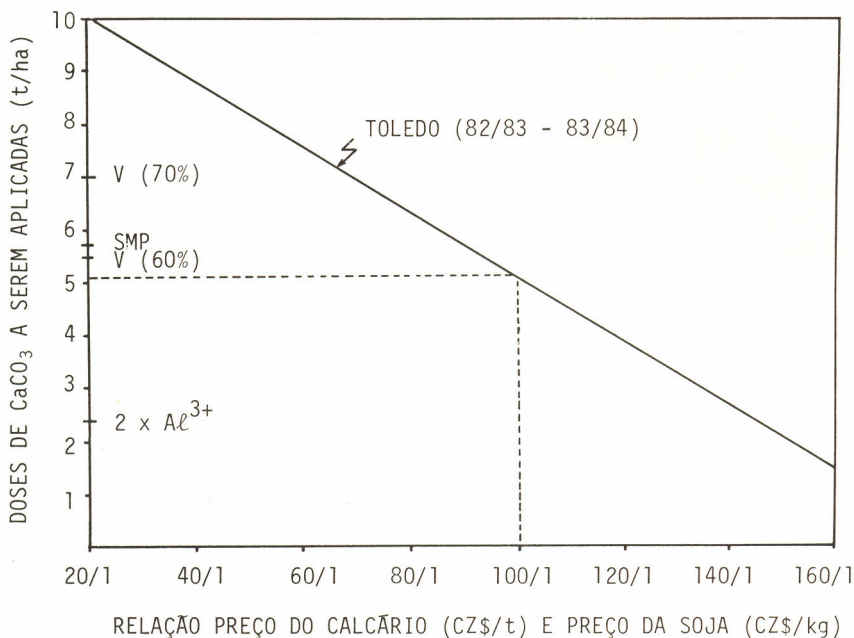


FIG. 21. Doses de calcário a serem aplicadas (t/ha) em função do preço do calcário e da soja, comparando métodos de determinação da necessidade de calcário, em dois anos de cultivo em Toledo. EMBRAPA-CNPSO. Londrina, PR. 1984.

A utilização do método de recomendação de calagem, em função da saturação de bases, exige nos laudos de análise de solo, que conste o valor de  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$ . Este valor pode ser determinado pelos laboratórios que normalmente executam análises de rotina para fins de avaliação da fertilidade dos solos.

Baseados nos resultados obtidos, pode ser concluído que:

- O método  $\text{Al}^{3+} \times 2$  não satisfaz as necessidades de correção da acidez para a cultura da soja;
- O método SMP pode, em muitos casos, superestimar a dose de calcário recomendada;



c. O mais indicado é o método para elevar a saturação de bases a 70%, pela utilização da fórmula;

$$NC \text{ (t/ha)} = \frac{(V_2 - V_1) T}{100} \times f$$

NC = Necessidade de calcário em t/ha

$V_2 = 70\%$  (saturação de bases desejada, no caso da cultura da soja)

$V_1$  = saturação de bases determinadas pela análise do solo

$T = CTC = H + Al + Ca + Mg + K$

$$V_1 = \frac{Ca + Mg + K}{T} \times 100$$

$$f = \frac{100}{PRNT}$$

(PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário a ser aplicado).

- d. Quando a saturação de bases estiver acima de 60% não há necessidade de aplicação de calcário;
- e. A recomendação desta dose de calcário, segundo a saturação de bases, prevê um efeito residual durante cinco anos; e
- f. Há um incremento de 150% em favor da saturação de bases quando se compara o retorno, em cinco anos, entre as doses de calcário recomendadas pelo método  $Al^{3+} \times 2$  e o da saturação de bases (70%).

## 5 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de & SARRUGE, J.R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). I. Acumulação de macronutrientes. Anais ESALQ, 32:115-49, 1975.
- BATAGLIA, O.C. & MASCARENHAS, H.A.A. Absorção de nutrientes pela soja. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 1977. 36p. (Boletim Técnico, 41).
- CAMPO, R.J.; PALHANO, J.B. & LANTMANN, A.F. Influência da aplicação de doses de nitrogênio sobre o processo de fixação simbiótica do nitrogênio. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1980/81. Londrina, 1981. p.218-21.
- CORDEIRO, D.S. Efeito de adubação NPK na absorção, translocação e extração de nutrientes pela soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, ESALQ, 1977. 143p. Tese Doutorado.
- CORDEIRO, D.S.; SFREDO, G.J.; BORKERT, C.M.; SARRUGE, J.R.; PALHANO, J.B. & CAMPO, R.J. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Ecologia, manejo e adubação da soja. Londrina, 1979. p.19-49. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 2).
- DE MOOY, C.J.; PESEK, J. & SPALDON, E. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B.E. ed. Soybean; improvement, production and uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973. p.267-334. (Agronomy, 16).
- EVANS, C.E.; LATHWELL, D.J. & MEDERSKI, H.J. Effect of deficient or toxic levels of nutrients in selection on foliar symptoms and mineral contents of soybean leaves as measured by spectrographic methods. Agron. J., 42:25-32, 1950.

- HANWAY, J.J. & WEBER, C.R. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) varieties. Agron. J., 63:277-330, 1971.
- LANTMANN, A.F.; PALHANO, J.B.; CAMPO, R.J. & SFREDO, G.J. Efeitos da aplicação de enxofre na produção da soja em solos da região tradicional de soja 1981/82. Londrina, s.ed., 1982. 2p.
- MACHADO, P.R. Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação em condição de campo. Piracicaba, ESALQ, 1979. 83p. Tese Mestrado.
- MASCARENHAS, H.A.A. Acúmulo de matéria seca, absorção e distribuição de elementos na soja, durante o seu ciclo vegetativo. Piracicaba, ESALQ/USP, 1972. 100p. Tese Doutorado.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C.; IGUE, T.; TISSELLI, O.F.; MIRANDA, M.A.C. & FERREIRA, A.W.P. Efeito residual de adubação na produção da soja. 2.ed. Campinas, IAC, 1981. 18p. (IAC. Boletim Técnico, 24).
- MILLER, R.J.; PESEK, J.T. & HANWAY, J.J. Relationship between soybean yield and concentration of phosphorus and potassium fertilizers. Agron. J., 53:393-6, 1961.
- MUZZILI, O. & HOEPFNER, M.A. Adubação mineral do trigo no Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1981. 126p. (IAPAR. Circular, 22).
- PALHANO, J.B.; LANTMANN, A.F.; CAMPO, R.J.; SFREDO, G.J. & BORKERT, C.M. Efeito de níveis de calcário sobre o rendimento da soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. Resultados de pesquisa de soja 1981/82. Londrina, 1982. p.17-9.
- PALHANO, J.B.; MUZZILI, O.; IGUE, K.; GARCIA, A. & SFREDO, G.J. Adubação fosfatada e potássica em cultura de soja no Estado do Paraná. Pesq. agropec. bras., 18(4):357-62, 1983.

- PALHANO, J.B.; SFREDO, G.J.; CAMPO, R.J.; LANTMANN, A.F. & BORKERT, C.M. Calagem para soja; recomendação para o Estado do Paraná. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1984. 13p. (EMBRAPA-CNPSo. Comunicado Técnico, 28).
- PECK, T.R. Plant analysis for production agriculture. In: SOIL PLANT ANALYSIS WORKSHOP, 7. Bridgetown, 1979. Proceedings... Bridgetown, 1979. p.1-45.
- PROGRAMA de soja. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. Relatório técnico anual 1976. Londrina, 1976. p.172.216.
- VOSS, M. & SIDIRAS, N. O plantio direto e a nodulação da soja. Plantio Direto, 2(8):4-5, 1984.
- VRÂNCEANU, A.V. El girassol. Madrid, Mundi Prensa, 1977. 397p.
- WOODING, F.J.; PAULSEN, G.M. & MURPHY, L.S. Sulphur composition of soybean as affected by macronutrient deficiencies. Soil Fert., (35):5, 1972.

**Impressão:**

Setor de Reprografia do Centro Nacional de Pesquisa de Soja  
Rodovia Celso Garcia Cid, Km 375  
Fones: 23-9719 e 23-9850 - Telex (0432) - 208 - Cx. Postal 1061  
86.001 - Londrina - Paraná

