

**GIRASSOL
NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPS
Londrina, PR



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPS
Londrina, PR

CIRCULAR TÉCNICA Nº 8

ISSN 0100-6703

Março, 1984

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPS

Rodovia Celso Garcia Cid, Km 375

Telefones: (0432) 23-9850 e 23-9719

Telex: (0432) 208

Caixa Postal 1.061

86.100 – Londrina, PR

Tiragem: 2.000 exemplares

Comite de Publicações:

- 1 Luiz Antônio Geraldo Pereira (Presidente)
Elvio Moscardi
- 1 Irmão Alcides Bays
Léo Pires Ferreira
Leocádia Maria Rodrigues Mecnas
Paulo Roberto Galerani

GIRASSOL NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO

Gedi Jorge Sfredo
Rubens José Campo
José Renato Sarruge

Sfredo, Gedi Jorge

Girassol nutrição mineral e adubação por Gedi Jorge Sfredo, Rubens José Campo e José Renato Sarruge. Londrina, EMBRAPA-CNPS, 1984.

36 p. (EMBRAPA-CNPS. Circular técnica, 8).

I. Girassol - Adubação. 2. Girassol - Nutrição mineral. 3. Girassol - Calagem. I. Campo, Rubens José, colab. II. Sarruge, José Renato, colab. III. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. IV. Título. V. Série.

CDD: 633.85



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPS
Londrina, PR

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS.....	6
3. EFEITOS DOS NUTRIENTES ESSENCIAIS.....	17
3. 1. Funções, Deficiências e/ou Excesso dos Nutrientes.....	17
3. 1. 1. Nitrogênio.....	17
3. 1. 2. Fósforo.....	17
3. 1. 3. Potássio.....	18
3. 1. 4. Cálcio e Magnésio.....	18
3. 1. 5. Enxofre.....	19
3. 1. 6. Micronutrientes.....	19
3. 1. 6. 1. Ferro.....	19
3. 1. 6. 2. Manganês.....	19
3. 1. 6. 3. Zinco.....	20
3. 1. 6. 4. Molibdênio.....	20
3. 1. 6. 5. Cobre.....	21
3. 1. 6. 6. Boro.....	21
3. 2. Resultados Experimentais.....	22
3. 2. 1. Macronutrientes.....	22
3. 2. 2. Micronutrientes.....	26
3. 2. 2. 1. Boro.....	26
3. 2. 2. 2. Ferro.....	29
3. 2. 2. 3. Molibdênio.....	29
3. 2. 3. Outros Nutrientes.....	30
4. CALAGEM E ADUBAÇÃO.....	30
4. 1. Calagem.....	30
4. 2. Adubação.....	30
4. 2. 1. Localização do adubo.....	30
4. 2. 2. Recomendação de Fertilizantes.....	31
5. REFERÊNCIAS.....	33

GIRASSOL : NUTRIÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO

Gedi Jorge Sfredo¹
 Rubens José Campo¹
 José Renato Sarruge²

1. INTRODUÇÃO

Segundo Corrêa (1926), citado por Hemerly (1979), a maioria dos autores apontam o Peru, como o país de origem do girassol, embora alguns autores considerem-no nativo da região compreendida entre o Norte do México e o Estado de Nebraska, nos Estados Unidos.

Na primeira metade do século XVI, foi introduzido na Europa como planta ornamental. Difundiu-se depois para o Egito, Índia, China e Rússia. Por volta de 1930 foram iniciados os cultivos comerciais na Rússia, mas somente após a II Grande Guerra é que passou a ter destaque na agricultura mundial.

O girassol pode ser utilizado na alimentação humana e animal através do óleo, farinha, torta e *in natura*. Segundo Pereira (1971), o óleo é, sem dúvida, o seu principal produto devido ao seu alto teor nos aquênios e pela sua boa qualidade na alimentação humana, uma vez que ele possui alta concentração de ácidos graxos insaturados (85 – 91%): olêico, linolênico e linoléico. Este último é referido como capaz de dissolver e eliminar o excesso de colesterol do organismo. Além disso, as partes verdes do girassol podem ser utilizadas na alimentação animal, a torta pode ser utilizada na adubação e a casca pode produzir até 86 litros de álcool etílico por tonelada de aquênios.

Dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (1979), mostram que a produção de girassol alcançou aproximadamente 15,2 milhões de toneladas, sendo a Rússia o maior produtor com 5,37 milhões de toneladas. Outros grandes produtores mundiais são os Estados Unidos, Argentina, Romênia, Turquia e Espanha. No Brasil, estimativas feitas pela Anderson Clayton S.A., citada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (1980), indicam que em 1960 foram plantados 363 ha com uma produção de 300 t. Essa área cresceu consideravelmente e em 1969 foram plantados 15.246 ha., com uma produção de 18.000 t. A produtividade média no Brasil foi semelhante à média mundial, que foi de 1.266 kg/ha. em 1979.

A partir de 1970 houve uma queda acentuada na produção brasileira de girassol. Isso se deveu à baixa qualidade das cultivares argentinas pela sua suscetibilidade à ferrugem e pelo seu baixo teor de óleo aliado à deficitária tecnologia de cultivo quando comparado com culturas tradicionais como: algodão, amendoim, milho, soja e outras (EMBRAPA 1980).

O interesse pela cultura do girassol no País está hoje crescendo consideravelmente, em função dos seguintes fatores: diversificação de culturas; uso de seu óleo comestível; aumento da demanda interna de óleos vegetais comestíveis; possibilidade de cultivo como segunda cultura, sucedendo ao milho, à soja, ao arroz, ao algodão, etc., propiciando uma maior utilização da terra, máquinas e equipamentos, inclusive com o possível aproveitamento residual dos adubos aplicados nessas culturas, diminuindo seu custo de produção.

O girassol tem ampla capacidade de adaptação, desenvolvendo-se bem em climas temperados, subtropicais e tropicais. Apresenta melhor resistência à seca e baixas temperaturas quando comparado com as culturas da soja, milho, algodão e sorgo (Bolson 1979). Requer solos férteis ou com fertilidade corrigida, profundos e bem drenados. O Brasil apresenta quase que na totalidade sua área apta para o cultivo do girassol.

Em algumas regiões do Brasil o cultivo do girassol é possível nas mais variadas épocas do ano. Nas regiões Centro e Sul, o mais comum é a semeadura em duas épocas: primeira época – setembro a novembro; segunda época – janeiro a março. A semeadura de primeira época pode proporcionar maior produtividade com menor ataque de pragas; entretanto, dependendo da região, a ocorrência de doenças, devido a condições adversas de umidade e temperatura, freqüentemente torna-se limitante. Livre de enfermidades, nesta época, pode-se obter produções superiores a 2.000 kg/ha. (Ungaro 1978). A segunda época é a que desperta maior interesse, tanto por parte dos agricultores como pelas indústrias, por tratar-se de uma cultura alternativa, possibilitando uma segunda colheita no mesmo ano agrícola e na mesma área ocupada por outras culturas.

A densidade de plantio e populações de plantas mais favoráveis aos melhores rendimentos são 40 a 50.000 plantas por ha., semeando-se quatro a cinco sementes por metro linear (70 cm. entre linhas) ou seis a sete sementes por metro linear (100 cm. entre linhas) (Ungaro 1978).

Em face do exposto, pode-se verificar que a cultura do girassol apresenta uma grande possibilidade para desenvolver-se e estabelecer-se no País desde que as tecnologias atuais de produção sejam aperfeiçoadas. Este trabalho constitui-se numa revisão de literatura que tem o objetivo de mostrar alguns aspectos sobre nutrição mineral e adubação do girassol.

2. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

A Tabela 1 compara a extração de N, P e K pelo girassol em relação a trigo, milho e soja. Somente a soja extrai mais nitrogênio do que o girassol. Para fósforo, o girassol consegue extrair o dobro que a soja, mais que o triplo do trigo e cinco vezes mais que o milho. Nota-se que há grande absorção de potássio pelo girassol, sendo sua extração superior às das demais culturas.

TABELA 1. Quantidades de N, P e K extraídas por quatro culturas, para cada 1.000 kg de sementes.

Culturas	Produção de grãos em kg.	kg			Fontes
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Girassol	1.000	52	26	51	Machado (1979)
Trigo	1.000	29	8	10	Semihnenko et al. (1960) ^{1/}
Milho	1.000	29	5	36	Andrade et al. (1977)
Soja	1.000	77	14	38	Cordeiro (1977)

^{1/} Citado por Vrănceanu (1977).

A Tabela 2 mostra as quantidades de nutrientes absorvidos pelo girassol, reportadas por dois autores. De acordo com Sfredo (s.d.), verifica-se que a extração de nutrientes pelos aquênios mais palha obedece à seguinte ordem: K > N > Ca > Mg > P > S. Entretanto, dos macronutrientes, 48% de N, 50% de P, 33% de S, 19% de Mg, 9% de K e 4% de Ca são exportados pelos aquênios. Por isso, em quantidades exportadas, a ordem se altera: N > K > P > Mg > Ca > S. Verifica-se uma grande absorção de potássio (116 kg) o que mostra provavelmente, que houve um consumo de luxo deste nutriente, pois o solo estudado por Sfredo continha 280 ppm de K.

Segundo Machado (1979), porém, a ordem na extração de nutrientes foi diferente, sendo o cálcio bastante exigido: N > Ca > K > Mg > P > S. Já a extração pelos aquênios obedeceu a mesma ordem encontrada por Sfredo (s.d.). Quanto aos

TABELA 2. Extração e exportação de nutrientes em plantas de girassol para uma produção de 1.000 kg. de aquênios.

Nutriente	Aquênios + palha		Aquênios		% Exportada	
	1	2	1	2	1	2
	----- kg -----					
N	52	68	26	33	50	48
P	11	10	6	5	58	50
K	43	116	11	10	26	9
Ca	48	51	3	2	6	4
Mg	18	16	4	3	22	19
S	8	3	3	1	33	33
	----- g -----					
Fe	418	610	136	83	33	14
Zn	120	195	57	59	48	30
Cu	52	70	18	20	35	29
Mn	211	463	42	50	20	11
B	104	215	16	13	15	6

Fontes: 1. Machado (1979), reproduzido com permissão do autor;
2. Sfredo (s.d.).

micronutrientes, os autores encontraram valores diferentes para Zn e B ao analisar a planta toda, enquanto que para os aquênios os resultados foram iguais. Robinson (1973) e Gachon (1972), encontraram uma seqüência de exportação semelhante à da Tabela 2.

TABELA 3. Extração e exportação de macronutrientes, em kg, segundo resultados de vários autores.

Autor	Parte da planta	Kg						
		Matéria seca	N	P	K	Ca	Mg	S
Semihnenko et al. (1960) ^{1/}	aquênios	1000	70	12	123	—	—	—
Rollier (1972) ^{1/}	aquênios	1000	50	8	77	—	—	—
Gachon (1972)	aquênios	1000	120	20	28	4	—	—
Robinson (1973)	aquênios	1000	24	4	6	1	2	2
Robinson (1973)	palha	1600	16	1	23	16	9	3
Robinson (1973)	raiz	400	2	2	2	2	—	—
Robinson (1973)	total	3000	41	7	30	19	—	—
Machado (1979)	aquênios	1000	26	6	11	3	4	3
Machado (1979)	palha	2343	26	5	32	45	14	5
Machado (1979)	total	3343	52	11	43	48	18	8
Sfredo (s.d.)	aquênios	1000	33	5	10	2	3	1
Sfredo (s.d.)	palha	1400	35	5	106	49	13	2
Sfredo (s.d.)	total	2400	68	10	116	51	16	3

^{1/}Citados por Vrânceanu (1977).

A Tabela 3 mostra um resumo da extração de nutrientes por diversos autores. Verifica-se que há algumas contradições entre eles nas quantidades extraídas pelos diversos órgãos da planta. Isto se deve provavelmente às diferentes condições de fertilidade em que os trabalhos foram efetuados.

Machado (1979), Robinson (1973) e Sfredo (s.d.), estudando o acúmulo de N, P e K na parte aérea e apenas nas folhas de girassol, durante diferentes estádios de desenvolvimento, determinaram os teores desses nutrientes em função da matéria seca (Tabelas 4 e 5).

À medida que aumenta a massa vegetativa, diminui o teor de N, P e K (Tabela 4). Isto mostra claramente o efeito de diluição dos nutrientes, quando aumenta o acúmulo de matéria seca da planta, e também, a translocação de nutrientes dos órgãos vegetativos para os reprodutivos.

Robinson (1973), estudando a absorção de nutrientes pelo girassol, verificou que a absorção era rápida em relação à produção de matéria seca no início do crescimento. Conseqüentemente, a concentração de nutrientes é maior em plantas

novas e decresce à medida que se aproxima a maturação. Sfredo (s.d.), confirmou os resultados obtidos por Robinson (1973) e Machado (1979), com exceção do potássio, cujas concentrações, segundo Sfredo, mantiveram-se uniformes até os 70 dias após a emergência (Tabela 5). De modo geral, a concentração dos demais nutrientes apresenta-se semelhante à verificada para N, P e K (Sfredo s.d.).

TABELA 4. Conteúdo de N, P e K, % da matéria seca na parte aérea (folhas, caules e capítulos) e apenas nas folhas, em diferentes estádios de desenvolvimento do girassol.

Dias após a emergência	% da matéria seca					
	Folhas, Caules e Capítulos			Folhas		
	N	P	K	N	P	K
15	4,40	0,45	6,82	4,83	0,50	6,37
30 (1.ºs botões florais)	3,58	0,38	5,50	4,38	0,43	4,94
45	3,34	0,27	3,33	4,65	0,27	2,87
60 (início da floração)	1,79	0,25	1,67	3,31	0,39	2,06
75	1,30	0,27	1,84	2,42	0,39	2,80
90 (plena frutificação)	1,11	0,20	1,36	1,29	0,32	1,81

Fonte: Machado (1979), reproduzido com permissão do autor.

TABELA 5. Concentrações de macro e micronutrientes, na parte aérea da cultivar Contisol, em função da idade da planta (dias após emergência).

Idade da planta (dias)	Concentrações					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- % -----					
14	3,93	0,34	3,54	1,40	0,36	0,12
28	3,38	0,45	2,86	2,02	0,50	0,14
42	2,50	0,27	3,37	1,80	0,52	0,15
56	1,92	0,27	3,41	1,44	0,44	0,12
70	1,51	0,17	3,28	1,11	0,36	0,06
84	1,52	0,24	2,19	1,21	0,35	0,08
98	1,64	0,23	2,30	0,80	0,30	0,06
	----- ppm -----					
	Cu	Mn	Zn	B	Fe	
14	32	111	62	60	2.897	
28	31	162	68	99	866	
42	21	127	43	61	221	
56	16	113	40	71	139	
70	16	102	39	39	157	
84	16	107	49	49	135	
98	16	119	46	40	124	

Fonte: Sfredo (s.d.)

Muitos trabalhos mostram que o período de maior absorção de nutrientes e acúmulo de matéria seca do girassol ocorre do início da floração (aproximadamente 60 dias após a emergência) até a maturação fisiológica da planta (85 dias após a emergência), quando verifica-se o máximo acúmulo de nutrientes e matéria seca. Para fins de diagnose foliar, recomenda-se, pois, a coleta de tecido foliar no início da floração (Gachon 1972, Machado 1979 e Sfredo s.d.).

Na Tabela 6 encontram-se os resultados da concentração de nutrientes no tecido foliar do girassol obtidos no início da floração. Quando se efetua uma análise foliar, pode-se considerar estes limites como suficientes para um bom desenvolvimento das plantas de girassol.

TABELA 6. Concentrações ótimas de macro e micronutrientes nas folhas de girassol, no estágio do início da floração, para fins de diagnose foliar.

Nutriente	Concentração nas folhas	
	Machado (1979) ¹	Sfredo (s.d.)
	----- % -----	
N	3,04 – 3,31	3,32 – 3,97
P	0,35 – 0,45	0,36 – 0,44
K	2,06 – 2,91	3,00 – 3,86
Ca	2,95 – 3,41	1,70 – 2,81
Mg	0,71 – 0,97	0,53 – 0,69
S	0,35 – 0,41	0,18 – 0,23
	----- ppm -----	
Fe	153 – 227	224 – 257
Zn	33 – 44	28 – 39
Cu	21 – 23	27 – 35
Mn	101 – 250	155 – 357
B	40 – 55	92 – 128

¹ Reproduzido com permissão do autor.

Os dados foram obtidos, estudando-se duas cultivares de girassol e duas doses de adubo (com e sem adubo), em ambos os trabalhos. Verifica-se que as concentrações de alguns nutrientes, diferem entre os autores, em função das condições de fertilidade dos solos em que os trabalhos foram realizados, mas esses limites fornecem uma boa indicação quanto às concentrações ótimas nas folhas, uma vez que não constatou-se nenhum sintoma de deficiência ou toxidez.

Apesar de já determinadas as faixas ótimas de nutrientes, novos trabalhos devem ser efetuados para determinação, com maior precisão, das faixas deficiente, suficiente e excessiva para a cultura, determinando-se qual a folha que deve ser amostrada.

Para verificar quais as fases críticas do girassol, Gachon (1972) estudou a marcha de absorção de nutrientes em duas cultivares de girassol (Peredovick e INRA-65-01). Observou, tanto para acúmulo de matéria seca como para absorção

de nutrientes pelos diversos órgãos da planta, que as duas tiveram comportamento semelhante. Por isso, são mostrados a seguir os dados obtidos somente com a cultivar Peredovick.

Nesse estudo foram efetuadas observações de 10 em 10 dias, sendo considerados os seguintes estádios de desenvolvimento:

1. 31 dias após a emergência: aparecimento dos primeiros botões florais;
2. 34 dias após a emergência: botões florais em metade das plantas;
3. 56 dias após a emergência: início da floração;
4. 66 dias após a emergência: floração plena;
5. 87 dias após a emergência: maturação fisiológica;
6. 127 dias após a emergência: maturação (colheita).

Verifica-se, na Fig. 1, que o crescimento do caule é lento até os 30 dias, porém, daí até os 70 dias (floração plena), quando a planta atinge sua altura máxima, o crescimento é rápido e maior que aquele de qualquer outra parte da

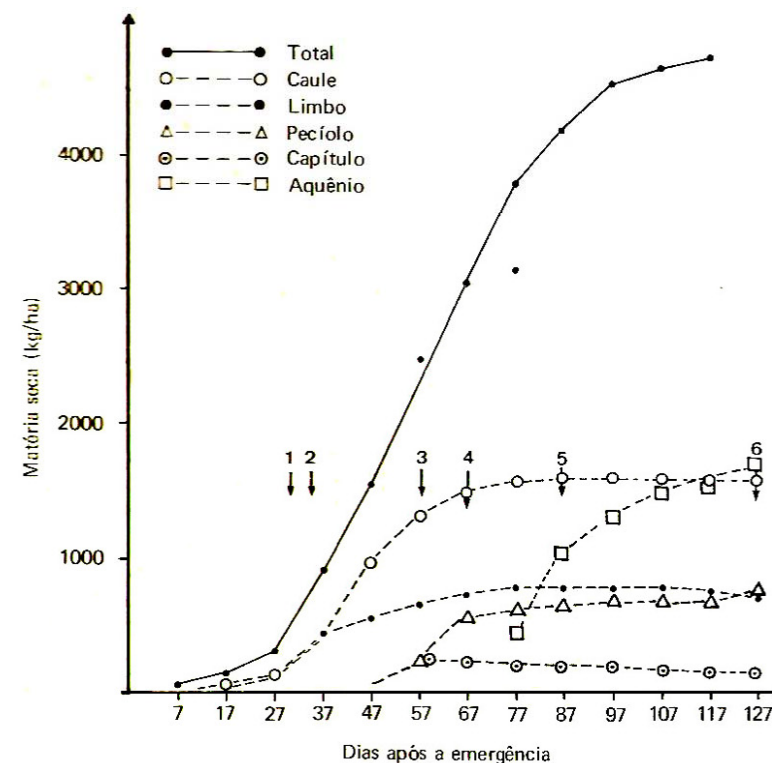


FIG. 1. Curvas de acúmulo de matéria seca em diferentes órgãos do girassol, em kg/ha, em função da idade da planta em seis estádios do desenvolvimento (Gachon 1972).

planta, estabilizando-se depois. As folhas também têm seu crescimento estabilizado na floração plena. A matéria seca total atinge seu máximo acúmulo na maturação. Resultados semelhantes foram encontrados por Machado (1979). Entretanto, Sfredo (s.d.), trabalhando com duas cultivares de girassol (Contisol e Peredovick), verificou que o acúmulo máximo ocorreu aos 88 dias após a emergência, correspondendo ao estágio da maturação fisiológica.

Ainda Gachon (1972), estudando a absorção de nutrientes, observou uma intensa translocação de nitrogênio, das folhas e caule para os capítulos e sobretudo para os aquênios, depois do estágio de floração (Fig. 2). Isso também foi observado por Machado (1979) e Sfredo (s.d.). Este observou que o acúmulo máximo de nitrogênio nas folhas ocorreu 70 dias após a emergência, decrescendo a partir de então.

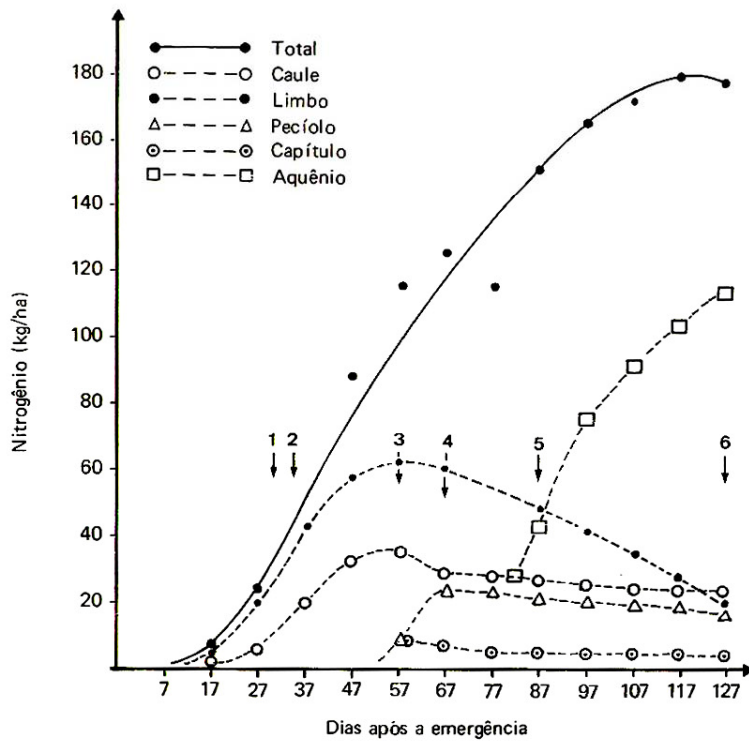


FIG. 2. Acúmulo de nitrogênio em diferentes órgãos do girassol, em kg/ha, em função da idade da planta em seis estádios de desenvolvimento (Gachon 1972).

Do mesmo modo, Gachon (1972) observou que na fase inicial de desenvolvimento, a absorção de fósforo pela planta é lenta e que do período da formação do capítulo até o final da floração, cresce bruscamente. Daí em diante, a absorção de fósforo pelas folhas e caules é menor, sendo translocado desses órgãos para o capítulo e aquênios (Fig. 3). Machado (1979), mostra que o acúmulo máximo de fósforo ocorre aos 60 dias, nas folhas, mas no caule e no capítulo o acúmulo máximo é aos 90 dias.

Sfredo (s.d.) obteve um acúmulo máximo de fósforo, na planta inteira, aos 90 dias após a emergência, enquanto Gachon (1972) e Machado (1979), verificaram o acúmulo máximo no final do ciclo da planta.

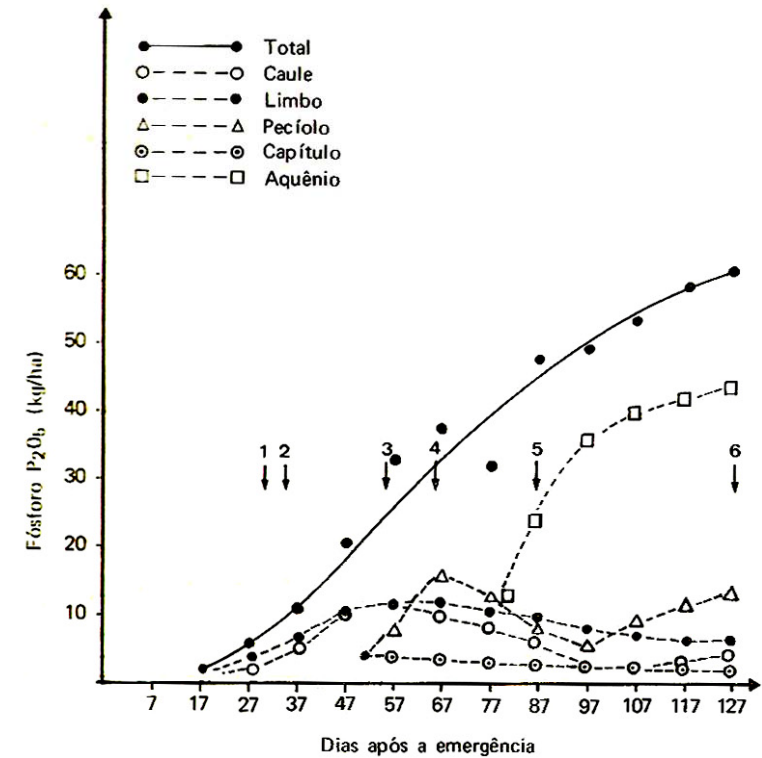


FIG. 3. Acúmulo de fósforo em diferentes órgãos do girassol, em kg/ha, em função da idade da planta em seis estádios de desenvolvimento (Gachon 1972).

A Fig. 4 mostra a marcha de absorção de potássio, segundo Gachon (1972). O acúmulo de potássio nos caules é crescente até a floração, quando há uma queda pouco acentuada para depois continuar aumentando até a maturação. Nas folhas, o acúmulo de potássio é crescente até os 77 dias, decrescendo daí até a maturação.

Considerando-se a planta inteira, nota-se que o acúmulo máximo ocorre aos 97 dias após a emergência. Resultado semelhante foi encontrado por Sfredo (s.d.), que reportou o acúmulo máximo aos 85 dias (maturação fisiológica). Já Machado (1979), verificou um máximo acúmulo no final do ciclo da planta.

O acúmulo de cálcio, segundo Gachon (1972), encontra-se ilustrado na Fig. 5. Verifica-se que as folhas acumulam 60% do total absorvido, indicando que há pouca translocação desse nutriente para os aquênios.

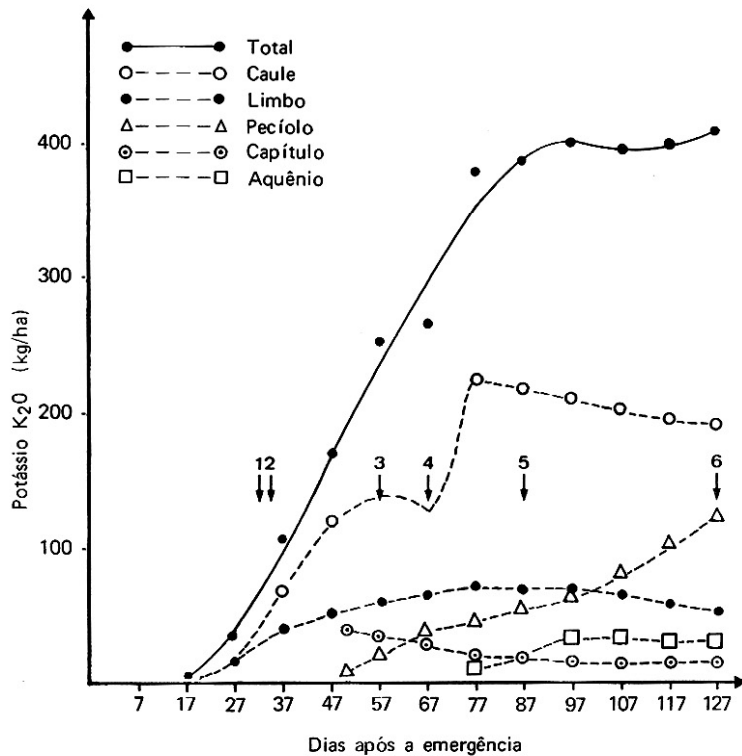


FIG. 4. Acúmulo de potássio em diferentes órgãos do girassol, em kg/ha, em função da idade da planta em seis estádios de desenvolvimento (Gachon 1972).

O acúmulo de cálcio nas folhas aumenta, até o estágio de maturação fisiológica, estabilizando daí em diante. Considerando-se a planta toda, o acúmulo máximo ocorre no final do ciclo, resultado também encontrado por Machado (1979). Entretanto, Sfredo (s.d.) verificou um máximo acúmulo aos 85 dias após a emergência.

Verificando-se a Fig. 6, nota-se que há um acúmulo de magnésio, nas folhas e caules, de 40% do total absorvido. Entretanto, há uma translocação deste nutriente para os órgãos reprodutivos, pois, verifica-se um aumento de magnésio nos aquênios, enquanto há um decréscimo nas folhas e caules (Gachon 1972). Na planta toda, o acúmulo máximo ocorreu aos 97 dias, resultado também observado por Sfredo (s.d.), quando o máximo ocorreu aos 87 dias após a emergência. Machado (1979) verificou um acúmulo máximo somente no final do ciclo.

Gachon (1972) conclui que 66% de N, P e Ca, 75% de K e 90% de Mg são absorvidos respectivamente, entre o mês imediatamente anterior e o mês posterior ao início da floração.

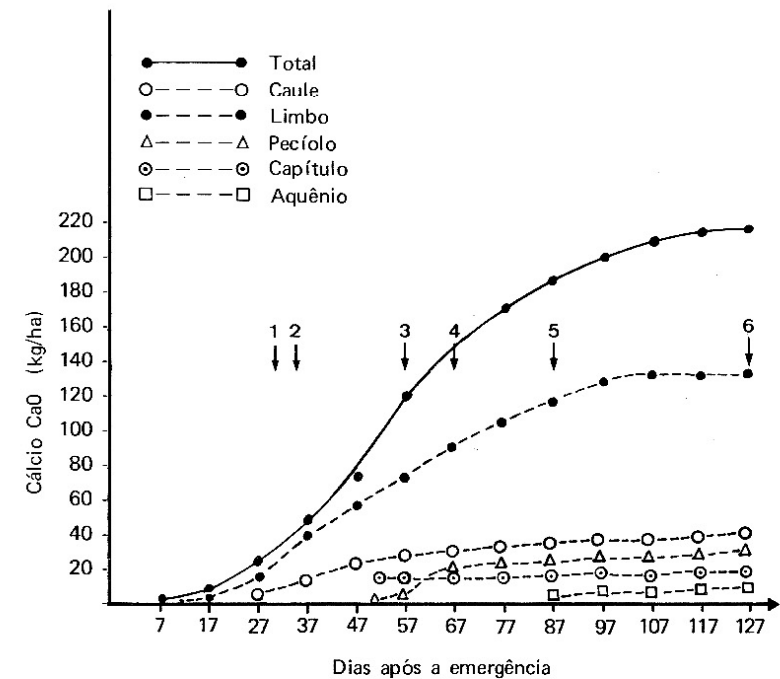


FIG. 5. Curvas de absorção de CaO em diferentes órgãos do girassol, em kg/ha, em função da idade da planta em seis estádios de desenvolvimento (Gachon 1972).

Dos micronutrientes, os que merecem mais atenção são zinco e boro, ambos por apresentarem problemas de carência em solos brasileiros. Em função das quantidades absorvidas, o ferro e o manganês são os mais importantes, podendo inclusive apresentarem problemas de deficiência quando se aplicam quantidades excessivas de calcário, que causa a insolubilização. Segundo Sfredo, (s.d.) a absorção de ferro é de 610 g/ 1.000 kg de aquênios, sendo que 14% são exportados pelos aquênios. A absorção de manganês é de 463 g/1.000 kg de aquênios, com 11% sendo exportados através da colheita de aquênios (Tabela 2).

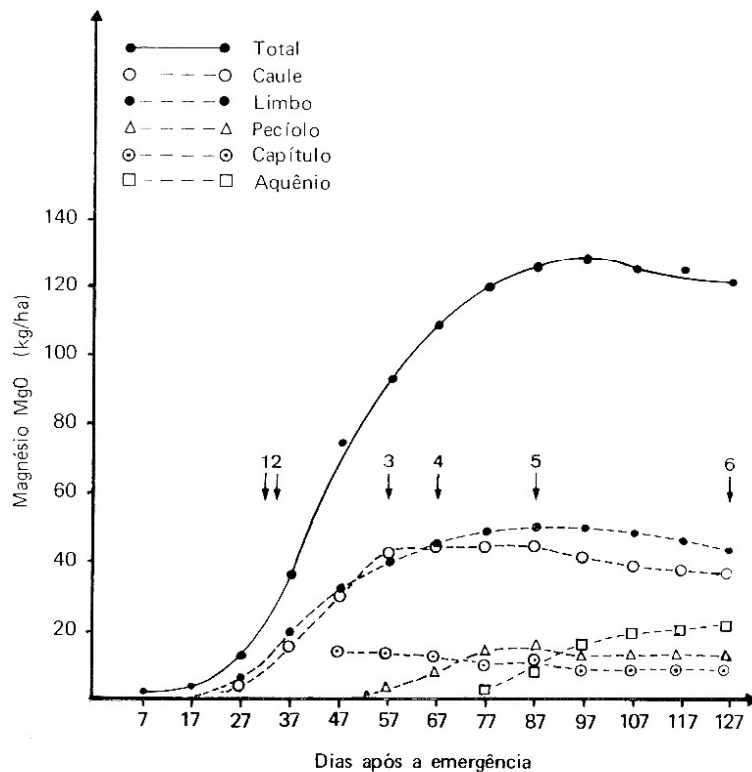


FIG. 6. Curvas de absorção de MgO em diferentes órgãos do girassol, em kg/ha, em função da idade da planta em seis estádios de desenvolvimento (Gachon 1972).

3. EFEITOS DOS NUTRIENTES ESSENCIAIS

3.1. Funções, Deficiências e/ou Excesso dos Nutrientes

3.1.1. Nitrogênio

O nitrogênio pode ser absorvido pelas plantas, nas formas de NH_4^+ ou NO_3^- . Este macronutriente é constituinte das proteínas, ácidos nucleicos e outras substâncias imprescindíveis à vida vegetal. Sua falta retarda e até paralisa os processos de crescimento da planta, com as folhas tornando-se verde-claro, até se tornarem uniformemente cloróticas, devido à inibição da síntese de clorofila. Devido à sua fácil translocação, os órgãos mais velhos são os que sentirão primeiro sua falta.

A deficiência de nitrogênio pode afetar a absorção de cobre pela planta, com provável aparecimento de sintomas de deficiência deste nutriente (Mitrev & Iliev 1978). A adição de nitrogênio, portanto, aumenta a absorção de cobre. Do mesmo modo, segundo Mukha & Nelyubova (1975), a ausência de nitrogênio pode afetar a absorção de boro pela planta. Neste caso, a adição de N na forma de NH_4^+ aumenta a absorção desse nutriente, ocorrendo o contrário quando se adiciona N na forma de NO_3^- . Esses autores encontraram uma diminuição no peso das plantas de 50% quando adicionaram NO_3^- e de 13% com NH_4^+ , quando havia ausência de boro no substrato. Segundo Robinson (1973), a adição de nitrogênio afeta a qualidade da proteína do girassol porque os aminoácidos arginina e ácido glutâmico aumentam, enquanto lisina, treonina, histidina e glicina diminuem.

O excesso de nitrogênio na adubação acarreta uma diminuição no teor de óleo do girassol, além de diminuir a produção de aquênios (Girase et al. 1977). Segundo Angelov & Peneva (1978), o excesso de N na forma de NO_3^- , adicionado ou acumulado nas plantas, gera deficiência de molibdênio, causando um amarelecimento das folhas.

Vrănceanu (1977) concluiu que o excesso de nitrogênio provoca um crescimento demasiado das plantas de girassol, afetando a produção de aquênios. As folhas se tornam mais suculentas, ficando mais sensíveis ao ataque de pragas e doenças.

3.1.2. Fósforo

O fósforo é necessário para a síntese do trifosfato de adenosina (ATP) e de numerosos outros compostos fosforilados. É elemento chave para qualquer célula armazenar energia e utilizá-la em toda reação endergônica (Epstein 1975).

A forma H_2PO_4^- é a mais absorvida pelas plantas. HPO_4^{2-} e PO_4^{3-} só ocorrem em condições alcalinas, fora, portanto, da faixa normal de pH para os vegetais.

Os sintomas de deficiência de fósforo, também para o girassol, não estão bem definidos. Provavelmente deve haver uma diminuição no crescimento da planta.

Revenko (1980) verificou que a adição de fósforo em girassol aumenta os

teores de lisina, arginina, leucina e metionina nos aquênios, enquanto que, Stamboliev & Borisov (1976), encontraram um aumento no teor de óleo nos aquênios.

3.1.3. Potássio

A função do potássio é a de ativar numerosas enzimas. Sua deficiência inicial aparece nos órgãos mais velhos da planta devido à facilidade de translocação. Em geral, os sintomas de deficiência são clorose nas pontas e margens das folhas, seguidas de necrose quando a deficiência é mais severa. Coleman & Richards (1956), citados por Epstein (1975), atribuem o aparecimento das manchas necróticas ao acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, inclusive aminas, putrescina e agmatina.

O potássio é absorvido pelas plantas na forma de K^+ . Ele pode ser absorvido em quantidades maiores que as necessárias para as plantas, sem que haja um aumento na produção das mesmas. Esse consumo excessivo é chamado de “consumo de luxo”.

Stoyanov (1975) encontrou uma interação entre potássio e boro. Ele verificou que esses nutrientes quando aplicados isoladamente, não provocaram efeito significativo na produção; ao contrário, quando aplicados juntos, aumentaram a produção.

3.1.4. Cálcio e Magnésio

O cálcio e o magnésio são absorvidos pela planta nas formas de Ca^{2+} e Mg^{2+} , respectivamente.

Epstein (1975) atribui como uma das funções do cálcio a manutenção da integridade da membrana plasmática e, por consequência, a seletividade de íons exercida por essa membrana. Por isso, a carência de cálcio pode implicar em que outros íons presentes se tornem tóxicos às plantas, devido à quebra da integridade da membrana. Por outro lado, o excesso de cálcio pode inibir competitivamente o efeito ativador do magnésio, provocando sintomas de deficiência deste nutriente.

O papel do magnésio na planta está ligado à constituição da clorofila e à ativação de enzimas relacionadas com o metabolismo energético. Por isso, sua deficiência, segundo Epstein (1975), afeta todas as fases do metabolismo.

A deficiência de cálcio é verificada primeiro nos órgãos mais novos da planta, principalmente os órgãos de crescimento, afetando o desenvolvimento das plantas, devido à sua difícil translocação dos órgãos mais velhos para os mais novos. Os sintomas de deficiência, geralmente, são clorose e enrugamento de folhas novas.

O magnésio é de mais fácil translocação, sendo que sua deficiência afeta as partes mais velhas da planta. A clorose das folhas é, portanto, um sintoma inicial, seguindo-se uma diminuição na síntese da clorofila.

A literatura contém muitas referências ao antagonismo existente entre magnésio e cálcio e entre magnésio e potássio. Deve-se, portanto, para qualquer cultura, manter-se um equilíbrio ótimo entre Ca, Mg e K, para que o excesso ou

carência de um não afete a absorção de outro. Segundo Wiklander (1964), um solo ideal para as culturas teria 65% do complexo de troca saturado com cálcio, 10 a 15% com magnésio e 5% com potássio. Entretanto, na literatura existem muitos estudos entre as relações Ca, Mg e K, sendo muito variáveis conforme a cultura considerada. Estas relações dependem da maior ou menor necessidade de cada espécie para um ou outro nutriente.

3.1.5. Enxofre

O enxofre é um constituinte dos aminoácidos cistina, cisteína e metionina, sendo geralmente absorvido como íon sulfato (SO_4^{2-}).

A deficiência de enxofre muitas vezes acarreta um baixo nível de carboidratos e um acúmulo de frações nitrogenadas solúveis, inclusive nitratos. Aquele resulta da diminuição da fotossíntese e o segundo é consequência da impossibilidade dos substratos nitrogenados serem usados na síntese de proteínas (Chen 1967, citado por Epstein 1975). Sob deficiência de enxofre, as plantas apresentam porte reduzido e as folhas novas e nervuras tornam-se verde-pálido e amareladas.

3.1.6. Micronutrientes

Atualmente ainda é difícil determinar-se com precisão os níveis críticos dos micronutrientes no solo. O pH, a matéria orgânica, a textura e a umidade do solo são fatores que influem na sua disponibilidade para as plantas. Quando ocorrem sintomas não identificados, a análise de tecido pode auxiliar na verificação de qual o micronutriente que se encontra abaixo dos níveis de suficiência.

Na Tabela 6, Machado (1979) e Sfredo (s.d.) mostram, numa primeira aproximação, os teores de micronutrientes considerados ótimos para um bom desenvolvimento da planta de girassol.

3.1.6.1. Ferro

O ferro é absorvido pelas plantas nas formas ferrosa e férrica, sendo essencial para a síntese da clorofila. A fração total, presente nas folhas, está contida nos cloroplastos e nos citocromos, que são os carregadores eletrônicos (Epstein 1975).

Segundo Mathers et al. (1980), o girassol é uma boa alternativa para solos deficientes em ferro, pois em trabalhos realizados em solos considerados deficientes desse elemento não houve resposta à adição de ferro.

Devido à sua difícil translocação na planta, os sintomas de deficiência de ferro se manifestam nas folhas mais novas, as quais se tornam cloróticas, chegando a ficar esbranquiçadas, com as nervuras permanecendo com tonalidade verde.

3.1.6.2. Manganês

O manganês é absorvido sob a forma de Mn^{2+} e tem funções na síntese

clorofiliana e na ativação de várias enzimas.

Os sintomas de deficiência de manganês são variáveis conforme a espécie, não se encontrando trabalhos descrevendo-os no girassol. Em geral, as folhas mostram clorose internerval, com as nervuras formando uma rede verde sobre fundo amarelo (Epstein, 1975). Com referência à toxidez, Blamey (1978) encontrou tolerância da planta de girassol até 1.000 ppm de manganês no tecido.

3.1.6.3. Zinco

O zinco é um componente de numerosas enzimas, inclusive de várias desidrogenases como a do álcool e a do ácido láctico. É necessário, também, para a formação do ácido indol acético (AIA), uma auxina promotora do crescimento das plantas. Sua falta acarreta encurtamento dos internódios, resultando na formação de rosetas nas folhas (Epstein 1975).

No Brasil, o zinco assume papel importante em diversas culturas, visto que na região de agricultura em expansão (solos sob vegetação de cerrado), ocorre deficiência desse nutriente. Como o girassol é uma alternativa nessas regiões, após as culturas da soja, milho e algodão, deverá haver problemas de deficiência de zinco para esta cultura, pois 43% do zinco absorvido pela planta é exportado através dos aquênios (Tabela 2). Além disso, a grande exigência de adubações fosfatadas pela cultura do girassol pode afetar a disponibilidade de zinco, devido ao antagonismo entre esses nutrientes.

3.1.6.4. Molibdênio

O molibdênio aparece em várias metaloenzimas, das quais, as mais proeminentes estão implicadas na fixação do nitrogênio e na redução do nitrato. Portanto, as plantas deficientes em molibdênio se tornam funcionalmente deficientes em nitrogênio.

Lucas & Sequeira (1978), detectaram deficiência de molibdênio quando o teor nas folhas do girassol estava abaixo de 0,5 ppm. Segundo Robinson (1970), o teor nas folhas, caule e capítulo é de 2 ppm para plantas normais.

Os sintomas de deficiência, descritos por Lucas & Sequeira (1978) são: nos casos mais severos as plantas ficam anãs, com o limbo das folhas na maioria côncavo, em forma de concha, cor verde pálido, com margens necrosadas e reviradas para cima e clorose entre as nervuras; em casos menos graves, as folhas mostram leve clorose entre as nervuras e, às vezes, com uma estreita faixa clorótica na margem do limbo. Esses sintomas decorrem do acúmulo de nitratos metabolizados e baixos níveis de sais orgânicos na planta (Angelov & Peneva 1978).

As quantidades de molibdênio exigidas pelo girassol são baixas, porém, se cuidados não forem tomados na correção da acidez do solo, pode ocorrer deficiência.

3.1.6.5. Cobre

O cobre é absorvido como íon cúprico (Cu^{2+}), sendo componente de numerosas enzimas do ácido ascórbico, fenolases, lactase e oxidase do citocromo. Como acontece com as deficiências de outros elementos, cataliticamente importantes, a carência de cobre interfere na síntese de proteínas e causa um aumento no nível de compostos nitrogenados solúveis (Epstein 1975). Segundo Pissarek (1975), uma leve deficiência de cobre, causa diferenças na lignificação do esclerênquima. A completa ausência do elemento produz um xilema sem nenhuma lignificação, podendo ocorrer um murchamento devido à alta transpiração e ao colapso dos traqueídeos.

Sabe-se que deficiências de cobre podem ocorrer em solos com alto teor de matéria orgânica, principalmente em solos turfosos ou com muito estrume. Em solos minerais, pode ocorrer deficiência de cobre quando o pH é superior a 7,5.

Como o cobre é pouco lixiviado no solo e a planta necessita pequenas quantidades (0.03 kg ha), níveis excessivos podem se acumular na superfície do solo e tornarem-se tóxicos.

Shkolnik & Makarova (1949), estudando o problema da toxidez de cobre, concluíram que a adição de boro e zinco diminui a permeabilidade do protoplasma da célula, dificultando a penetração do cobre, especialmente acima de 25°C. Portanto, boro e zinco podem ser considerados parte do mecanismo de proteção à toxidez de cobre.

3.1.6.6. Boro

O boro desempenha um papel regulador no metabolismo dos carboidratos. O caminho predominante para a degradação da glicose é a glicólise, tendo como via alternativa o desvio da pentose fosfatada que é significativa em muitos tecidos (Bonner & Varner 1965b, citados por Epstein 1975).

Absorvido na forma de íon borato, não se transloca facilmente de órgãos velhos para os novos. Havendo deficiência, o desenvolvimento do tecido meristemático é paralisado; em muitas culturas, a gema terminal morre, dando um quadro sintomatológico muito semelhante ao observado na falta de cálcio (Malavolta et al. 1974).

Deficiências de boro ocorrem em condições de alcalinidade e em solos com alto teor de matéria orgânica (Cordeiro et al. 1979). Eaton (1940) descreveu os sintomas de deficiência de boro como semelhantes aos das folhas infectadas pelos vírus do mosaico (enrugamento e mosqueamento nas folhas mais novas do girassol).

Blamey et al. (1978) mostraram que a deficiência de boro causa mais de 5% de deformações no capítulo, quando os teores de B nas folhas são menores de 57 ppm na floração. Blamey (1977) encontrou níveis ótimos de 47 ppm, mostrando sintomas de deficiência com 10 ppm e toxidez com 103 ppm. O teor de 47 ppm concorda com o encontrado por Robinson (1970 e 1973). Machado (1979) encontrou um teor adequado em torno de 50 ppm de B nas folhas, porém Sfredo

(s.d.) verificou que uma variação de 92 a 128 ppm de B não ocasionou deficiência e muito menos toxidez em girassol.

Birch et al. (1981) determinaram que o girassol é mais exigente em boro que o milho e o trigo, pois, estes desenvolvem-se bem com teores de 5 ppm, enquanto o girassol exige, segundo esses autores, 40 ppm.

A toxidez de boro, segundo Eaton (1940), causa um mosqueamento nas pontas e margens das folhas velhas do girassol. Posteriormente, estas áreas tornam-se necrosadas e, em casos severos, estes sintomas podem afetar a folha inteira.

3.2. Resultados experimentais

Conforme se verifica, há contradições entre pesquisadores, quanto às quantidades de nutrientes extraídas pelo girassol. Por isso, vários pesquisadores estudaram a cultura, para melhor avaliar as respostas à aplicação de nutrientes.

3.2.1. Macronutrientes

Lichev et al. (1976) obtiveram produções de 3.000 a 4.000 kg/ha, com doses de 100 a 120 kg de N/ha e 80 a 100 kg de P_2O_5 /ha, em solos calcários e podzolizados. Em Serozem de floresta conseguiram produções de 3.000 a 3.500 kg/ha com 160 a 180 kg de N/ha, 80 a 120 kg de P_2O_5 /ha e 60 a 80 kg de K_2O /ha. Lichev et al. (1978), em experimento com doses de 0 a 240 kg de N e P_2O_5 /ha e 240 kg de K_2O /ha, em três tipos de solo, verificaram respostas na produção, com doses de 120 kg de N/ha e 80 kg de P_2O_5 /ha, em solo Chernozem, com produções de 3.160 kg/ha na testemunha e 4.300 kg/ha nestas doses. Em podzólico de floresta, a produção aumentou de 1.580 kg/ha para 2.920 kg/ha, comparando a testemunha com as doses de 180 kg de N/ha e 240 kg de P_2O_5 /ha; não houve resposta a potássio.

Jankovic & Nemeth (1977) verificaram que o potássio só deu bons resultados quando aplicado junto com o fósforo. Encontraram, também, uma boa correlação entre o potássio na solução do solo e a produção, o que não ocorreu com o potássio trocável.

Além destes, outros autores também encontraram respostas positivas sobre a produção do girassol quando aplicaram doses de nitrogênio, fósforo e potássio (Stamboliev & Borisov 1976; Varghese et al. 1978a e 1978b; Tomov 1976).

Blamey & Nathason (1978), estudando aplicação de calcário, verificaram que em três anos de cultivo, a produção de girassol aumentou em 11%, quando o teor de Al^{3+} diminuía em 0,1 meq/100 g e, 17%, quando a saturação de Al^{3+} diminuía em 10%.

No Brasil, poucos são os trabalhos estudando a eficiência da aplicação de fertilizantes bem como sobre a marcha de absorção de nutrientes em girassol.

Rocha et al. (1969), estudando o comportamento de quatro cultivares de girassol, com e sem adubo, encontraram um aumento médio na produção de 17% em 16 experimentos. A fórmula utilizada nestes experimentos foi de 30 kg de N, 45

kg de P_2O_5 e 30 kg de K_2O , com respostas na produção de 25% a 61%.

A Tabela 7 mostra os efeitos de doses de fósforo e calcário obtidos por Marcondes (1974). Verifica-se que a dose 90 kg de P_2O_5 /ha foi suficiente para obter boa produção; para o calcário, porém, não houve resposta.

TABELA 7. Diâmetro do caule e do capítulo (cm), produção (kg/ha) e percentagem de óleo nos aquênios de girassol, em função de doses de P_2O_5 e calcário.

	Diâmetro (cm)		Produção (kg/ha)		Óleo (%)
	Base do caule	Capítulo	Planta toda	Aquênios	
P_2O_5 kg/ha					
0	1,32 a ¹	10,8 a	2031 a	1379 a	35,5 a
45	1,52 b	11,5 ab	2868 b	1625 b	35,6 a
90	1,59 b	11,7 ab	3298 b	1828 bc	35,4 a
135	1,70 bc	11,9 b	3413 bc	1856 c	35,3 a
180	1,83 c	12,3 b	3858 c	1984 c	36,1 a
Calcário t/ha					
0	1,50 a	11,3 a	2877 a	1644 a	35,6 a
2	1,60 a	11,6 a	3111 a	1718 a	35,4 a
4	1,68 a	12,1 a	3458 a	1835 a	35,6 a

¹Médias acompanhadas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Marcondes (1974), reproduzido com permissão do autor.

Outro trabalho, com aplicação de doses de NPK, foi efetuado por Souza et al. (1976), mas não houve resposta às doses utilizadas (Tabela 8). Eles sugerem que a falta de resposta à adubação seja devido ao efeito residual de adubações anteriores, efetuadas na cultura do amendoim. Isso confirma dados de Rocha et al. (1969), que afirmam ser o girassol uma planta com boa capacidade para aproveitar o resíduo de adubações anteriores.

TABELA 8. Produção de aquênios de girassol (kg/ha) em função de doses de N, P₂O₅ e K₂O.

N	kg/ha		Produção de aquênios kg/ha
	P ₂ O ₅	K ₂ O	
0	0	0	1750
0	26	25	1799
7	26	0	1658
0	52	50	1684
14	52	0	1581
7	26	25	1728
14	52	50	1890
7	0	25	1637
14	0	50	1674
NS.			

Fonte: Souza et al. (1976), reproduzido com permissão do autor.

Caso estes efeitos residuais venham a ser confirmados em estudos posteriores, a cultura do girassol afigura-se como de baixo custo de produção, vindo a ser uma alternativa para cultivos após soja, milho ou algodão.

Apesar das contradições encontradas na literatura, quanto às respostas do girassol à aplicação de adubos e no que diz respeito à absorção de nutrientes pela planta e, no caso do Brasil, devido à falta de informações a respeito, algumas recomendações de fertilizantes são encontradas.

Wagner et al. (1975), citados por Robinson (1978), recomendam fertilizantes em função dos teores de N, P e K no solo e da produção esperada de girassol (Tabela 9).

TABELA 9. Recomendação de N, P₂O₅ e K₂O para o girassol, em função da produção esperada e da análise do solo.

Produção esperada (kg/ha)	N - NO ₃ no solo + fertilizante nitrogenado	P no solo (ppm P)					K no solo (ppm K)				
		0-6	6,5-9,5	10-14	14,5-20	>20	0-28	28,5-67	67,5-117,5	118-168	>168
----- Recomendação kg P ₂ O ₅ /ha -----											
1100	55	16	9,2	0	0	0	21,7	15,7	0	0	0
1600	80	18,3	11,5	0	0	0	22,9	18,1	10,8	0	0
2000	100	20,6	16,0	9,2	9,2	0	22,9	18,1	10,8	0	0
2500	125	22,9	20,6	13,7	11,5	0	22,9	18,1	10,8	10,8	0
----- Recomendação kg K ₂ O/ha -----											

Fonte: WAGNER et al. (1975), citados por ROBINSON (1978), modificada de Sunflower Science and Technology, Agronomy 19, com permissão de Am. Soc. of Agronomy, Crop. Sci. Soc. of America e Soil Sci. Soc. of America.

O N-NO₃ é determinado pelo eletrodo de atividade do íon específico, o fósforo em kg/ha pelo método de Bray n^o 1 e o potássio trocável com acetado de amônio. A recomendação em questão é para aplicação de fósforo e potássio no sulco de plantio, ao lado da semente. Se esta aplicação for a lanço, deve-se dobrar as quantidades contidas na Tabela 9, em solos com teores menores que 14,5 ppm P ou menores que 118 ppm K. O nitrogênio recomendado dado pela soma de teor de N-NO₃ no solo mais o do fertilizante a ser utilizado ao nível de produção esperado.

Fenster et al. (1976), citados por Robinson (1978), recomendam o nitrogênio em função do teor de matéria orgânica do solo e da cultura anterior conforme esquema apresentado a seguir (Tabela 10).

TABELA 10. Recomendação de adubação nitrogenada (kg N/ha) em função da matéria orgânica do solo e da cultura anterior.

% de matéria orgânica	Culturas anteriores		
	Pousio ou pasto com leguminosa	Cereais ou soja	Milho ou beterraba
Baixo	20	65	110
Médio	20	65	110
Alto	10	35	65

Fonte: Adaptado de Fenster et al. (1976), citados por Robinson (1978), reproduzido de Sunflower Science and Technology, Agronomy 19, com permissão de Am. Soc. of Agronomy, Crop Sci. Soc. of America e Soil Sci. Soc. of America.

Segundo a mesma fonte, a recomendação de fósforo é de 45,8 kg de P₂O₅/ha em solos com teores menores que 11 ppm P. A recomendação de potássio é de 62,2 kg de K₂O/ha para os solos com teores menores que 56 ppm K e de 44,6 kg de K₂O/ha para os solos com teores de 56,5 a 112 ppm K.

Para os cultivos após outras culturas, Fehr et al. (1974), citados por Robinson (1978), recomendam de 45 a 47 kg de N/ha e 22,9 a 34,4 kg de P₂O₅/ha. O potássio não é recomendado para solos argilosos ou fracos, porém, em solos arenosos, a recomendação é de 27,7 a 38,5 kg de K₂O/ha.

Beca (1966), para as condições de Angola, recomenda de 30 a 60 kg de N/ha, 160 a 229 kg de P₂O₅/ha e 120,5 a 180,7 kg de K₂O/ha no plantio. Antes da formação do capítulo, recomenda de 50 a 70 kg de N/ha. Conforme esse autor, as fontes de nitrogênio a serem utilizadas são as nítricas, pois as amoniacais retardam a maturação do girassol.

No Brasil, Ungaro (1978) recomenda uma dose de 160 kg de N/ha, sendo 1/4 aplicadas no plantio e 3/4 em cobertura aos 50 dias. As Sementes Contibrasil (1981) recomenda de 40 a 100 kg de N/ha, 70 a 120 kg de P₂O₅/ha e 80 a 200 kg de K₂O/ha.

Portanto, com base nas recomendações de adubação ou nos resultados obtidos por diversos autores, conforme a literatura existente, torna-se difícil

concluir qual a melhor recomendação de adubação para a cultura do girassol. Conseqüentemente, para se chegar a uma recomendação viável para as condições brasileiras, muitos trabalhos de pesquisa são ainda necessários. Estes estudos devem ser orientados, basicamente, para a obtenção de curvas de resposta aos nutrientes, determinando-se as doses mais econômicas em função da produção e dos teores de nutrientes no solo e na planta.

Outro fator importante a ser estudado é o efeito residual de adubações anteriores sobre a produção do girassol. Vários pesquisadores, que desenvolveram estudos a este respeito, concluíram que o girassol aproveita muito bem o resíduo de adubos aplicados em culturas anteriores (Rocha et al. 1969, Souza et al. 1976 e Sfredo s.d.).

3.2.2. Micronutrientes

3.2.2.1. Boro

Dos micronutrientes, o boro tem sido objeto de muitos estudos devido sua grande importância para a cultura do girassol. Alguns pesquisadores, inclusive, utilizam o girassol como indicador biológico para avaliar o boro assimilável, o que demonstra que este micronutriente é bastante exigido por esta cultura (Shuster & Stephenson 1940 e Colwell 1943, citados por Espironelo et al. 1976).

Vários pesquisadores obtiveram resposta a aplicações de boro no girassol (Eaton 1940, Majewski & Janiszewska 1979, Stoyanov 1975, Blamey 1977 e Satyanarayana et al. 1979). Espironelo et al. (1976), trabalhando com o método biológico do girassol, verificaram que houve resposta à adição de boro em cinco dos seis solos estudados (Tabela 11).

Blamey (1977) estabeleceu os seguintes níveis de boro nas folhas e aquênios.

Folhas maduras	Aquênios	Situação
10 ppm de B	11 ppm de B	Deficiente
47 ppm de B	16 ppm de B	Adequado
103 ppm de B	18 ppm de B	Excessivo

Majewski & Janiszewska (1979), encontraram fortes sintomas de deficiência de boro em girassol, em solo que continha menos de 0,38 ppm de B com pH 6. As plantas tinham um teor nas folhas de 6,1 a 21,1 ppm e as plantas normais estavam com teores entre 15,2 e 54,5 ppm. A adição de 0,5 ppm de B ao solo diminuiu os sintomas de deficiência, aumentando a produção.

Trabalho realizado por Eaton (1940), em solução nutritiva contendo 0 – 0,1 – 0,25 – 0,5 – 1,0 – 5,0 – 10,0 e 15,0 ppm de B, mostrou que houve grande aumento no peso de matéria seca do girassol até a dose 0,25 ppm, para cultivo de outono, e até 1,0 ppm, na primavera. O autor menciona que nas condições estudadas 1,0 ppm é o limite acima do qual o boro torna-se tóxico para o girassol (Tabela 12).

TABELA 11. Peso médio da matéria seca (g) da parte aérea do girassol cv. Uruguai, após 75 dias de cultivo em vasos com diferentes solos do município de Piracicaba, SP, aos quais foram administradas quantidades crescentes de boro (ppm).

ppm B	Matéria seca (g) ¹						
	Areia	Ibitiruna	Sertãozinho	Guamium	L. Queiroz	Bairrinho	Pau d'Alho
0,0	1,9 e	5,5 c	7,5	6,3 c	8,9 c	12,2 ab	12,8 c
0,1	3,9 d	7,4 b	8,4	9,1 b	9,1 bc	13,4 a	13,1 c
0,2	5,0 d	8,3 b	9,1	8,2 bc	8,8 c	13,5 a	13,6 bc
0,4	6,8 c	10,5 a	9,7	7,8 bc	10,2 bc	11,7 abc	14,5 abc
0,6	8,1 bc	11,0 a	8,9	7,7 bc	12,8 a	11,9 ab	15,7 a
1,2	8,8 ab	10,7 a	8,8	8,6 bc	12,5 a	9,7 c	15,9 a
2,4	10,1 a	10,9 a	9,7	11,6 a	11,1 ab	10,6 bc	15,2 ab

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

FONTE: Espironelo et al. (1976), reproduzido com permissão dos editores de *Bragantia* (IAC).

TABELA 12. Efeito de doses de B (ppm) sobre a produção de matéria seca (g) em dois cultivos de girassol, outono e primavera.

ppm B	Outono			Primavera		
	Parte aérea	Raízes	Total	Parte aérea	Raízes	Total
0,00	38,50	1,25	39,75	439,83	70,00	509,83
0,10	144,00	6,40	150,40	740,66	142,58	883,24
0,25	188,35	9,58	197,93	700,58	152,91	853,49
0,50	165,20	4,50	169,70	759,49	190,83	950,32
1,00	196,00	7,54	203,54	878,63	207,27	1085,90
5,00	135,08	5,16	140,24	512,57	105,21	617,78
10,00	123,09	4,54	127,63	509,41	100,50	609,91
15,00	90,58	3,90	94,48	531,99	86,54	618,53

FONTE: Eaton (1940), reproduzido com permissão da American Society of Plant Physiologists.

Em solo franco arenoso (Ultisol) foi conduzido um experimento por Blamey et al. (1978), cujos resultados são mostrados na Tabela 13.

TABELA 13. Efeito da aplicação de bórax (kg/ha) sobre a produção de aquênios (kg/ha), a deformação dos capítulos e a concentração de B (ppm) em plantas com um mês de idade, folhas na floração e aquênios.

Bórax aplicado (kg/ha)	Produção de aquênios (kg/ha)	Capítulos deformados %	ppm B		
			Plantas com um mês	Folhas na floração	Aquênios
0	497	31	23	11	11
5	618	16	47	33	16
10	685	12	55	47	16
30	627	13	93	103	19

FONTE: Blamey et al. (1978), reproduzido de *Agronomy Journal* 70: 376-380 com permissão de American Society of Agronomy.

Blamey et al. (1978) concluíram que para uma deformação máxima de 5% dos capítulos, a adição de 1 kg de bórax/ha aumentava a concentração de 2, 3 e 0,2 ppm, respectivamente em plantas com um mês de idade, folhas na floração e aquênios. Resultados desse tipo podem facilitar a recomendação de boro para o girassol, pois, conhecendo-se os níveis críticos e quanto a adição de boro aumenta seu teor na planta, calcula-se a quantidade necessária a ser aplicada.

Resumindo os resultados encontrados por diversos autores referentes às doses aplicadas e aos teores de boro nas plantas, pode-se estabelecer valores adequados para as diversas condições em que os trabalhos foram efetuados (Tabela 14).

TABELA 14. Resumo dos resultados encontrados por diversos autores com aplicação de boro.

Autores	Dose ótima	Dose tóxica	Teor ótimo na folha (ppm)
Espironelo et al. (1976)	0,2 ppm de B	—	—
Blamey (1977)	5,0 ppm de bórax	15 ppm de bórax	47
Eaton (1940)	0,25 a 1,0 ppm de B	> 1 ppm de B	—
Satyanarayana et al. (1979)	2,0 ppm de B	—	—
Majewski & Janiszewska (1979)	0,5 ppm de B	—	15 a 54,5
Blamey et al. (1978)	5,0 ppm de bórax	—	29 a 57
Robinson (1978)	—	—	39
Machado (1979)	—	—	40 a 55
Sfredo (s.d.)	—	—	92 a 128

3.2.2.2. Ferro

O ferro é um nutriente pouco estudado na cultura do girassol, pois sua deficiência não é muito freqüente. Carnes (1954) reproduziu sintomas de deficiência de ferro em solução nutritiva. Pela adição de FeSO_4 esses sintomas não desapareceram porque o ferro nessa forma não foi absorvido pela planta. Já com Fe-EDTA em metade das raízes, e FeSO_4 na outra metade, houve crescimento normal das plantas.

Também em solução nutritiva, Kashirad & Marschner (1974), observaram sintomas de deficiência de ferro, quando não aplicaram o nutriente. Quando aplicaram FeSO_4 , o girassol apresentou ainda sintomas de deficiência aos sete dias que, no entanto, desapareceram aos 11 dias, sem aumento na produção de matéria seca. Com Fe-EDTA não houve deficiência aos sete dias nem tampouco aos 11 dias, com a produção sendo sempre maior que a testemunha (Tabela 15).

TABELA 15. Matéria seca (g/vaso) de raízes e parte aérea do girassol aos 7 e 11 dias em solução nutritiva e conteúdo de clorofila comparando diversos tratamentos com Fe.

Dias na solução nutritiva	Tratamentos	Matéria seca (g/vaso)		Clorofila mg/g de matéria seca
		Raízes	Parte aérea	
7	— Fe	1,09	3,10	6,5 ¹
	+ FeSO_4	1,02	3,10	7,7 ¹
	+ Fe-EDTA	1,14	3,92	12,2
11	— Fe	1,21	3,60	4,7 ²
	+ FeSO_4	1,51	4,75	10,1
	+ Fe-EDTA	1,55	6,70	12,1

¹ Sintoma de deficiência (clorose)

² Severa clorose

FONTE: Kashirad & Marshner (1974), reproduzido com permissão dos editores de *Plant and Soil*.

3.2.2.3. Molibdênio

Poucos são os trabalhos encontrados com este nutriente em girassol. Alguns pesquisadores encontraram sintomas de deficiência de molibdênio em girassol, atribuindo-a à aplicação do nitrato de amônio (Angelov & Peneva 1978 e Lucas & Sequeira 1978). Segundo Robinson (1970), o nível crítico de molibdênio na folha do girassol é de 2 ppm.

3.2.3. Outros Nutrientes

Sobre os demais nutrientes pouco se sabe, pois os estudos encontrados são escassos.

Satyanaryana et al. (1979), utilizando doses de 0 a 30 kg de S/ha e 0 a 20 kg de ZnSO₄/ha, encontraram respostas positivas até 25 kg de S, com aumentos de 38% na produção. Por seu turno, a adição Zn apresentou a tendência de diminuir a produção ao invés de aumentá-la.

4. CALAGEM E ADUBAÇÃO

4.1. Calagem

Pouco se conhece sobre calagem na cultura do girassol em solos brasileiros. Sabe-se, entretanto, que a maioria destes solos são ácidos e necessitam de correção da acidez para o bom desenvolvimento da maioria das culturas.

Baixo pH pode reduzir a disponibilidade de alguns nutrientes e aumentar a absorção de alumínio e manganês até valores considerados tóxicos. Em solo alcalino, há aumento na disponibilidade de Na a níveis tóxicos, redução na disponibilidade de fósforo, ferro e manganês e redução na atividade microbiana. O girassol pode ser cultivado em solos com pH variando de 5,5 a 8,0, exigindo, portanto, correção da acidez na maioria dos solos brasileiros.

Como não existem dados no Brasil sobre o método a ser utilizado na recomendação de calagem para o girassol, e sendo a cultura uma opção de plantio após soja, milho ou algodão, a própria correção efetuada para estas culturas servirá para suprir o girassol com cálcio e magnésio e ao mesmo tempo evitar a toxidez de alumínio, manganês e ferro. Caso não ocorram correções anteriores, sugere-se utilizar a seguinte recomendação:
toneladas de CaCO₃ = $(Al^{3+} \times 2) + [3 - (Ca^{2+} + Mg^{2+})]$, ou $Al^{3+} \times 2$ ou ainda o método do SMP que inclui o poder tampão do solo.

4.2. Adubação

O girassol produz bem em solo com boa fertilidade natural. Em solos onde as culturas anteriores foram bem adubadas, também há boas condições para o desenvolvimento do girassol, pois este aproveita o resíduo dessas adubações, como mostram alguns trabalhos citados anteriormente.

4.2.1. Localização do adubo

Para o girassol, o fertilizante deve ser aplicado ao solo, pois até o momento não há disponibilidade de dados que permita uma recomendação via foliar. A

aplicação pode ser feita a lanço, com incorporação antes do plantio, ou próxima ao sulco ou, ainda, com a semente no plantio e também depois das plantas atingirem 30 cm de altura.

As sementes de girassol, a exemplo de outras culturas, são sensíveis aos sais fertilizantes, não sendo aconselhável adicionar fertilizantes solúveis junto às sementes.

No girassol, a prática usual é a aplicação dos fertilizantes no sulco de plantio ou uma combinação no sulco e a lanço. O fertilizante nitrogenado pode ser aplicado a lanço ou no sulco de plantio, pois a eficiência em ambos os casos é semelhante, apesar do aplicado no sulco promover um maior crescimento inicial. O fósforo e o potássio normalmente são colocados no sulco, juntamente com parte do nitrogênio.

Quando os teores de fósforo e potássio no solo são baixos ou médios, a aplicação destes nutrientes a lanço é duas vezes mais eficiente que o aplicado no sulco. Tanto o fósforo como o potássio são melhor utilizados pelo girassol quando incorporados ao solo com arado, a uma profundidade de 30 cm. A incorporação superficial com cultivador é menos eficiente e pode ser anulada completamente caso ocorram estiagens durante o ciclo da cultura. Portanto, recomenda-se uma aplicação a lanço de fósforo e potássio, quando o solo tiver teores baixos destes nutrientes, e no sulco, se o objetivo for só o de suprir a necessidade da planta.

4.2.2. Recomendação de fertilizantes

Apesar de não haver resultados de pesquisa para as condições brasileiras determinando as doses econômicas de fertilizantes para o girassol, pode-se sugerir uma adubação baseada na absorção de nutrientes pela planta e nas recomendações existentes na literatura.

O girassol é uma cultura em desenvolvimento no Brasil, por isso se faz necessário uma recomendação racional, visando uma produtividade que seja econômica para o produtor.

Considerando-se que o girassol absorve 50 kg de nitrogênio para uma produção de 1.000 kg de aquênios, e que parte do fertilizante aplicado não é aproveitado pela planta, deve-se adicionar quantidades superiores a absorvida. Por isso, sugere-se a utilização de 60 kg de N na adubação do girassol, para produção de 1.000 kg/ha. Entretanto, caso o mesmo seja cultivado após a soja, a sugestão é a aplicação de 40 kg de N, devido ao nitrogênio residual da fixação simbiótica. Para solos com teores altos de matéria orgânica, sugere-se diminuir estas doses em 20% (Tabela 16).

A absorção de fósforo pelo girassol é de 26 kg de P₂O₅, para uma produção de 1.000 kg aquênios. Sabe-se, de maneira geral, que aproximadamente 30% do fósforo aplicado é aproveitado pelas plantas. Por isso, para suprir as necessidades do girassol, deve-se adicionar 100 kg de P₂O₅. Se o girassol for cultivado após a soja, milho ou algodão, pode-se reduzir esta dose para 40 kg em solos com baixos teores de fósforo. Para solos com teores médios, aplicar 30 kg e, em solos com teores altos, 20 kg de P₂O₅ (Tabela 17).

O girassol extrai 50 kg de K_2O para produzir 1.000 kg de aquênios. Portanto, para solos com baixo teor de K, sugere-se adicionar esta quantidade; em solos com teor médio, 30 kg, e naqueles com teor alto, 10 kg de K_2O (Tabela 17).

As recomendações de fósforo e potássio (Tabela 17), são válidas para o primeiro ano de cultivo. Para os cultivos posteriores, pode-se reduzir as doses em 50%, pois, do total absorvido pela planta, somente 50% do fósforo e 26% do potássio são exportados através da colheita (Tabela 2).

Quanto aos micronutrientes, pode-se sugerir, a partir da análise dos tecidos foliares, uma recomendação para boro e zinco que aparentemente são os mais problemáticos para o girassol. Pela literatura existente, o boro apresenta problemas de deficiência, enquanto o zinco nas condições brasileiras, pode apresentar deficiências em solos sob vegetação de cerrado.

TABELA 16. Sugestão para a adubação nitrogenada do girassol, após a soja e após o milho, em função da produção esperada e o teor de matéria orgânica.

Produção esperada kg/ha	Teor de matéria orgânica					
	Após a soja			Após o milho		
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto
	----- kg de N/ha ¹ -----					
1000	40	40	30	60	60	40
1500	60	60	50	80	80	60
2000	80	80	65	100	100	80

¹N = 1/4 no sulco de plantio e 3/4, 50 dias após.

Sabe-se que 1 kg de bórax/ha, adicionado ao solo, aumenta o teor nas folhas do girassol em 3 ppm. O teor de boro nas folhas, considerado suficiente para o girassol, é de 40 ppm. Portanto, caso o teor seja de 10 ppm, teoricamente deve-se elevar esse teor para 40 ppm, ou seja, deve-se acrescentar 30 ppm, equivalente a 10 kg de bórax/ha. Baseando-se nestes dados, estimaram-se as doses a serem aplicadas (Tabela 18). O zinco pode ser suprido, na região do Cerrado, adicionando-se 15 kg de $ZnSO_4$ /ha.

TABELA 17. Sugestão para a adubação fosfatada e potássica do girassol após o cultivo de soja e/ou milho, em função dos teores de P e K no solo e as produções esperadas, no primeiro ano de cultivo.

Produção esperada kg/ha	Teor de P no solo	P_2O_5 ¹ kg/ha	Teor de K no solo		
			kg de K_2O /ha ¹		
			Baixo	Médio	Alto
1000	Baixo	40	50	30	10
	Médio	30	50	30	10
	Alto	20	50	30	10
1500	Baixo	60	75	45	20
	Médio	45	75	45	20
	Alto	30	75	45	20
2000	Baixo	80	90	60	40
	Médio	60	90	60	40
	Alto	40	90	60	40

¹P e K serão aplicados no sulco de plantio.

TABELA 18. Sugestão para a adição de boro à cultura do girassol, em função dos teores do nutriente nas folhas.

Bórax kg/ha	Teor de boro nas folhas (ppm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40
	12	8	5	2	0

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. G. de; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. & SARRUGE, J.R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). I. Acumulação de macronutrientes. *Anais da ESALQ*, 32:115-49, 1977.
- ANGELOV, A.P. & PENEVA, D.B. The disrupted ion equilibrium in sunflower plants grown on gray forest soil. *Soil and Fertilizers*, 41(10):629, 1978. Abstract.
- BECA, T. A cultura do girassol. *Gazeta Agrícola de Angola*, 12(12):1592-5, 1966.
- BIRCH, E.B.; BLAMEY, F.P.C. & CHAPMAN, J. *Boron nutrition of sunflower*. Pretoria, Borax Holdings, 1981. 4p. (Sunflower E 1.1./1981).
- BLAMEY, F.P.C. Boron nutrition of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on Avalon medium sandy loam. *Soil and Fertilizers*, 40(12):745, 1977. Abstract.

- BLAMEY, F.P.C. Micronutrients in crop production with emphasis on situation in Natal. **Fertilizer Society of South Africa Journal**, (1):29-38, 1978.
- BLAMEY, F.P.C.; MOULD, D. & NATHANSON, K. Relationships between B deficiency symptoms in sunflowers and the B and Ca/B status of plant tissues. **Agronomy Journal**, 70:376-80, 1978.
- BLAMEY, F.P.C. & NATHANSON, K. Relationships between aluminium toxicity and sunflower yields on an Avalon medium sandy loam. **Soil and Fertilizers**, 41(5):310, 1978. Abstract.
- BOLSON, E.L. **Girassol: perspectiva de um brilhante futuro**. Brasília, EMBRAPA, 1979. 7p.
- CARNES, G. Has your plant had its iron lately? Try a chelating agent. **New Jersey Agriculture**, 36(4):8-9, 1954.
- CORDEIRO, D.S. Efeitos da adubação N, P e K 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. 19-62. (EMBRAPA-CNPS. Circular Técnica, 2).
- COULTAS, J. **Field development of the sunflower**. St. Paul, University of Minnesota, 1980. 2p. (Crop Pest Management Series. Extension Folder, 541).
- EATON, S.V. Effects of boron deficiency and excess on plants. **Plant Physiology**, 15(1):95-107, 1940.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR. **Subsídios para a elaboração do Programa Nacional de Pesquisa de Girassol**. Londrina, 1980. 17p.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas; princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1975. 344p.
- ESPIRONELO, A.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. & IGUE, T. Avaliação do boro assimilável e provas de respostas pelo método biológico do girassol, à administração desse elemento a alguns solos cultivados com cana-de-açúcar. **Bragantia**, 35(20):221-36, 1976.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Productions yearbook**. Rome, v.33, 1979.
- GACHON, L. La cinétique de l'absorption des éléments nutritifs majeurs chez le tournesol. **Annales Agronomiques**, 23(5):547-36, 1972.
- GIRASE, P.D.; DEOKAR, A.B. & PATIL, G.D. Studies on the effects of various levels of nitrogen and phosphorus on growth, yield and oil content of sunflower. **Soils and Fertilizers**, 40(3):154, 1977. Abstract.

- HEMERLY, F.X. **Girassol no Brasil: comportamento e tendências**. Brasília, EMBRAPA-DTC, 1979. 40p.
- JANKOVIC, M. & NEMETH, K. The effect of K dynamics on yield (of sunflowers). **Soils and Fertilizers**, 40(3):154, 1977. Abstract.
- KASHIRAD, A. & MARSCHNER, H. Iron nutrition of sunflower and corn plants in mono and mixed culture. **Plant and Soil**, 41:91-101, 1974.
- LICHEV, S.; GUSHEVILOV, Z.H. & KUZMANOV, A. Optimum rates and ratios of N, P and K fertilizer for sunflower. **Soils and Fertilizers**, 39(1):54, 1976. Abstract.
- LICHEV, S.; GUSHEVILOV, Z.H. & KUSMANOV, A. The influence of on sunflower yield and quality. **Soils and Fertilizers**, 41(1):53, 1978. Abstract.
- LUCAS, M.D. & SEQUEIRA, E.M. de. Um caso de deficiência de molibdênio em girassol. **Agronomia Lusitana**, 38(4):257-69, 1978.
- MACHADO, P.R. **Absorção de nutrientes por duas variedades de girassol (*Helianthus annuus*, L.) em função da idade e adubação em condições de campo**. Piracicaba, ESALQ, 1979. 83p. Tese Mestrado.
- MAJWSKI, F. & JANISZEWSKA, Z. Boron fertilization requirements of soil. I. Boron content in soils and plants as abasis of evaluation of boron fertilization requirements. **Boron in Agriculture**, (25), 1979. Abstract.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, Pioneira, 1974. 752p.
- MARCONDES, D.A.S. Efeito de doses crescentes de fósforo e calcário, na cultura do girassol (*Helianthus annuus*, L.). Piracicaba, ESALQ, 1974. 40p. Tese Mestrado.
- MATHERS, A.C.; THOMAS, J.D.; STEWART, B.A. & HERRING, J.E. Manure and inorganic fertilizer effects on sorghum and sunflower growth on iron-deficient soil. **Agronomy Journal**, 72(6):1025-9, 1980.
- MITREVA, N. & ILIEV, V. Effects of systematic mineral fertilization on uptake, distribution and removal of soil copper by sunflower plants. **Soil and Fertilizers**, 41(1):53, 1978. Abstract.
- MUKHA, N.A. & NELYUBOVA, G.L. The effect of boron on sunflower seedlings in relation to the type level of the nitrogen nutrition. **Soil and Fertilizers**, 38(7):211, 1975. Abstract.
- PEREIRA, L. **O girassol na alimentação**. Campinas, CETATE, 1971. 5p.
- PISSAREK, H.P. An investigation of the anatomical changes caused by copper deficiency in oats and sunflower. **Soils and Fertilizers**, 38(9):301, 1975. Abstract.
- REVENKO, E.I. Amino and composition of proteins of the ripening seeds of sunflower in relation to nutrition conditions. **Soils and Fertilizers**, 43(1):80, 1980. Abstract.
- ROBINSON, R.G. Elemental composition and requirements of sunflower. In: CARTER, J.F. ed. **Sunflower science and technology**. Madison, American Society of Agronomy, 1978. p. 112. (Agronomy, 19).

- ROBINSON, R.G. Elemental composition and response to nitrogen of sunflower and corn. **Agronomy Journal**, **65**:318-20, 1973.
- ROBINSON, R.G. Sunflower date of planting and chemical composition at various growth stages. **Agronomy Journal**, **62**:665-6, 1970.
- ROCHA, J.L.V.; CANECCHIO FILHO, V.; TELA, R. de; SORDI, G.; CRUZ, L.S.P. & FREIRE, R.S. Competição entre quatro variedades de girassol na ausência e presença de adubação mineral com NPK. **Bragantia**, **28**(12):156-73, 1969.
- SATYANARAYANA, T.; VARADAN, K.M.; BADANUR, V.P. & HAVANAGI, G.V. Note of the effects of secondary and trace elements on sunflower yield. **Soils and Fertilizers**, **42**(11):748, 1979. Abstract.
- SEMENTES CONTIBRASIL, Cravinhos, SP. **Girassol**; manual do produtor. Cravinhos, 1981. 30p.
- SFREDO, G.J. **Absorção de nutrientes pela cultura do girassol**. s.n.t. Trabalho não publicado.
- SHKOLMIK, M.Y. & MAKAROVA, N.A. Boron and zinc requirements of plants under varying conditions of growth medium. **Boron in Agriculture** (95), 1949. Abstract.
- SOUZA, E.A.; KURAMOTO, N. & FERREIRA, M.E. Adubação N, P e K no girassol em latossolo vermelho escuro — fase arenosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, SP, 1975. **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976, p. 181-3.
- STAMBOLIEV, M. & BORISOV, G. Effect and interation of N, P and K in sunflower fertilization on calcareous soils. **Soils and Fertilizers**, **39**(5):332, 1976. Abstract.
- STOYANOV, D.V. The interation between potassium and boro in light pseudopodzolic grey forest soils and cinamonic forest soils. **Soils and Fertilizers**, **39**(5):332, 1975. Abstract.
- TOMOV, T.M. The effect of fertilizer application on sunflower yields. **Soils and Fertilizers**, **39**(12):702, 1976.
- UNGARO, M.R.G. **Instruções para a cultura do girassol**. Campinas, IAC, 1978. 15p. (IAC. Boletim, 212).
- VARGHESE, P.T.; SADANANDAN, N. & NAIR, R.V. Effect of different levels of nitrogen and phosphorus on the uptake of nitrogen and P at various stages of sunflower variety "Peredovick". **Soils and Fertilizers**, **41**(12):751, 1978a. Abstract.
- VARGHESE, P.T.; SADANANDAN, N. & NAIR, R.V. A study on the yield attributes of sunflower varietu "Peredovick" as affected by graded doses of nitrogen and phophorus. **Soils and Fertilizers**, **41**(12):751, 1978b. Abstract.
- VRÂNCEANU, A.V. **El girassol**. Madrid, Mundi-Prensa, 1977. 397p.
- WIKLANDER, L. Cation and anion exchange phenomena. In: BEAR, F. E. ed. **Chemistry of the soil**. 2 ed. New York, Rheinhold, 1964. p. 163-205.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
 Vinculada ao Ministério da Agricultura
 Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPS
 Londrina, PR