

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR DUAS CULTIVARES DE GIRASSOL  
(*Helianthus annuus*, L.) EM CONDIÇÕES DE CAMPO.

IV. ACÚMULO DE MICRONUTRIENTES \*

G.J. Sfredo\*\*  
J.R. Sarruge\*\*\*  
H.P. Haag\*\*\*

RESUMO

Para a determinação do acúmulo de micronutrientes em função da idade da planta, instalou-se um experimento em Latossolo Roxo eutrófico, no Centro Nacional de Pesquisas de Soja/EMBRAPA, Londrina (PR). Foram aplicadas seis doses de adubo NPK, das quais foram usadas duas para estudar o acúmulo de micronutrientes: 0-0-0 e 90-45-45 kg/ha para a cultivar Con tissor e 0-0-0 e 45-45-45 kg/ha para

---

\* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba (SP).

\*\* Centro Nacional de Pesquisa de Soja/EMBRAPA, Londrina (PR).

\*\*\* Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba (SP).  
Entregue para publicação em 28.12.1983.

a cultivar Guayacan. Coletaram-se amostras para análise de 14 em 14 dias a partir da emergência. Pode-se concluir: a. o acúmulo máximo de micronutrientes ocorreu aos 88 dias e o ponto de inflexão aos 56 dias após a emergência; b. as quantidades totais absorvidas pelas plantas obedeceram à ordem:  $Fe > Mn > B > Zn > Cu$ ; c. a exportação de micronutrientes através da colheita de grãos segue a ordem:  $Fe > Mn \geq Zn > Cu > B$ ; d. o acúmulo máximo, em g de micronutrientes para uma produção de 1.000 kg de grãos foi:  $Fe = 933$ ;  $Mn = 787$ ;  $B = 383$ ;  $Zn = 59,3$ ;  $Cu = 22,8$  e  $B = 12,3$ .

## INTRODUÇÃO

O girassol, além de ser pouco estudado a respeito de sua exigência em macronutrientes, é muito menos estudado em relação aos micronutrientes.

Até bem pouco tempo, na área de nutrição e adubação de plantas, os estudos eram dirigidos basicamente para os macronutrientes, principalmente N, P e K. Com a evolução na pesquisa genética e com a necessidade de se obter maior produção, em função do aumento na produtividade das culturas, os estudos com micronutrientes tornaram-se prioritários em várias regiões do Brasil.

Entretanto, a pesquisa com micronutrientes ficou restrita às culturas já implantadas e que são de grande importância sócio-econômica para o país. Por isso, poucos resultados sobre exigências nutricionais em micronutrientes são encontradas com a cultura do girassol.

A Tabela 1 mostra as quantidades extraídas e exportadas pelo girassol.

Tabela 1. Extração e exportação de nutrientes em plantas de girassol para uma produção de 1.000 kg de grãos.

Nutriente	Semente + palha		Semente		% Exportada	
	1	2	1	2	1	2
	g				%	
Fe	360	418	35	136	10	33
Zn	120	120	45	57	38	48
Cu	16	52	10	18	63	35
Mn	71	211	15	42	21	20
B	73	104	10	16	14	15

1 ROBINSON (1977)

2 MACHADO (1979)

ROBINSON (1973) verificou que a extração de micronutrientes obedeceu a seguinte ordem: Fe Zn B Mn Cu enquanto a exportação foi Zn Fe Mn Cu B. MACHADO (1979) encontrou uma pequena diferença nesta ordem, ou seja, Fe Mn Zn B Cu para a extração total e Fe Zn Mn Cu B para a exportação. Como se verifica, o zinco deve ser o maior problema para o girassol em solos do Brasil Central devido à grande exigência pela planta e à deficiência dele nestes solos.

Apesar da pouca exigência em boro, o girassol deve possuir características indesejáveis para absorção deste elemento, pois muitos trabalhos mostram problemas de deficiência (BLAMEY, 1976; SATYANARAYANA, 1977; MAJEWSKI e

JANISZEWSKA, 1970).

MATHERS et alii (1980), cita o girassol como uma boa alternativa para solos deficientes em ferro, pois em trabalhos realizados em solos considerados deficientes neste elemento, não houve resposta à adição de ferro.

Além do conhecimento das quantidades de nutrientes, exigidas pela planta, é necessário saber como se dá a absorção de nutrientes durante os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura e quando ocorre a maior exigência da mesma.

MACHADO (1979), estudando a marcha da absorção de nutrientes em girassol, observou que acúmulo máximo de matéria seca e de micronutrientes ocorre no final do ciclo.

Com o objetivo de se estabelecer as curvas de absorção de micronutrientes, durante todo o ciclo da planta de girassol, para se obter as quantidades totais absorvidas e exportadas, e, determinar o período de máximo acúmulo, instalou-se um experimento em condições de campo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas duas cultivares de girassol. Uma de ciclo curto, híbrido Contissol e outro de ciclo médio, variedade Guayacan.

O experimento foi conduzido no CNPSoja/EMBRAPA, no distrito de Warta, município de Londrina (PR).

O solo foi classificado como Latossolo Roxo eutrófico, textura argilosa, cuja análise química está conti-

da na Tabela 2.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições.

A densidade do plantio foi de 6 plantas por metro linear, ou seja, 62.500 plantas/ha, com espaçamento de 0,80 m entre linhas.

Foram utilizadas cinco doses de adubo: 0-0-0; 1-1-1; 2-1-1; 1-2-1; 2-2-1; 2-0-0 (N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O), onde 0 = zero, 1 = 45 e 2 = 90 kg/ha.

O nitrogênio foi aplicado 1/3 no plantio e 2/3 após 30 dias. Das cinco doses utilizadas, foram escolhidas a melhor e a pior quanto à produção de grãos.

As amostras foram coletadas de 14 em 14 dias, a partir da emergência das plantas, até a colheita dos grãos. A coleta foi ao acaso nas quatro repetições.

Após cada coleta as plantas foram separadas em pecíolos, limbos, caules, capítulo e sementes, pesadas e lavadas de acordo com as recomendações de SARRUGE e HAAG (1974) e colocadas a secar em estufa de circulação forçada a 70-75°C.

Depois de seco, o material foi pesado e moído em moíno Wiley com peneira de 40 malhas/polegada. A análise química dos tecidos para N, P, K, Ca, Mg e S, foram efetuadas conforme SARRUGE e HAAG (1974).

Durante o ciclo da cultura, novembro de 1981 a março de 1982, a precipitação foi normal, ficando na média de 24 anos (QUEIROZ e FIGUEIREDO, 1980). Esta normalidade significa que houve suficiente para o desenvolvimento das plantas durante todo seu ciclo.

Das seis doses de adubo, foram escolhidas, para estudar o acúmulo de nutrientes, as que ocasionaram a me-

Tabela 2. Resultados da análise química do solo, Latossolo Roxo eutrófico de Londrina (PR)\*\*.

Nº da amostra	pH	C%	Teor trocável em eqmg/100 g terra				Saturação de bases (S%)		
			$PO_4^{-3}$	K	Ca	Mg		Al	H
1**	5,8	7,62	0,30	0,74	6,02	2,60	0,08	4,00	69,6%
2	6,2	6,2	1,59	0,31	0,70	2,99	0,09	3,10	77,7%

1 \*\* - Amostra correspondente à área com o híbrido Contissol.

2 - Amostra correspondente à área com a variedade Guayacan.

\* - Análise efetuada no Departamento de Solos da ESALQ, Piracicaba (SP).

lhor e pior produção de matéria seca e/ou produção de grãos.

Conforme SFREDO (1984), as doses escolhidas foram 0-0-0 e 2-1-1 para a cultivar Contissol, e, 0-0-0 e 1-1-1 para a cultivar Guayacan.

Na análise de regressão serão escolhidas as equações de maior grau significativo, tendo como limite o 3º grau.

As análises estatísticas foram efetuadas no Departamento de Matemática da ESALQ.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Cobre

Os resultados analíticos referentes ao acúmulo de Cobre na parte aérea de duas cultivares de girassol estão na Figura 1 e Tabela 3.

Verifica-se que no início do desenvolvimento apesar da maior concentração de cobre (SFREDO, 1984), há pouco acúmulo deste nutriente. A partir dos 42 dias após a emergência, há um aumento rápido de absorção, atingindo um ponto de inflexão aos 57 dias e um máximo acúmulo de 90 dias, com acúmulo de 2,70 e 5,63 mg de Cu/planta, respectivamente (Figura 1 e Tabela 3).

Este comportamento é diretamente proporcional ao acúmulo de matéria seca encontrado por SFREDO (1984).

Resultados semelhantes, foram encontrados por ANDRADE *et alii* (1975) com milho, atingindo um máximo acú-

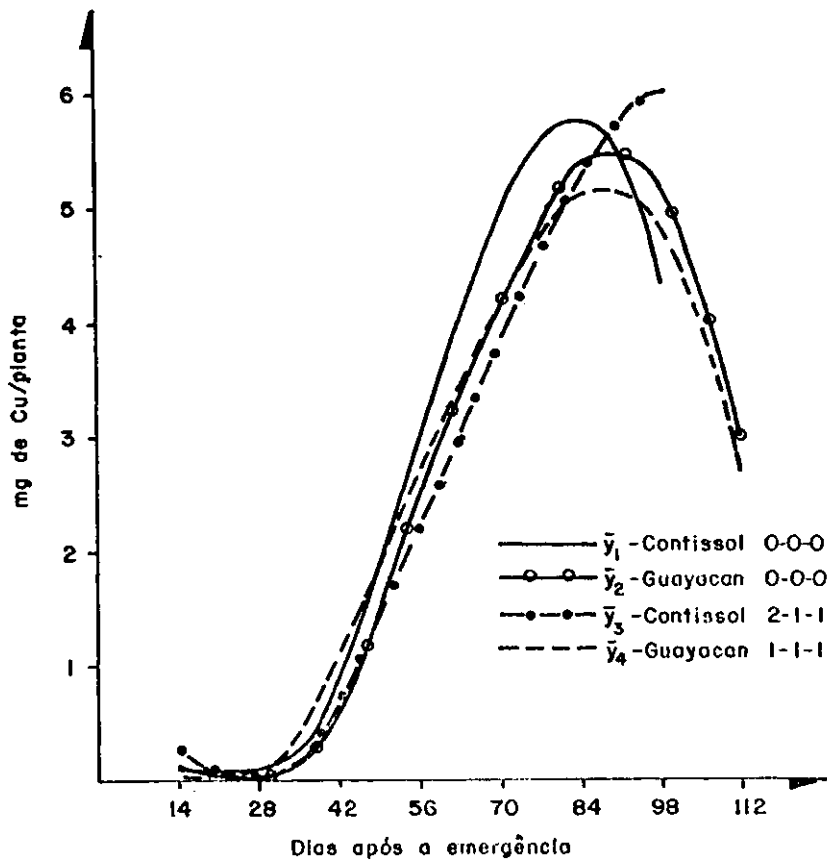


Figura 1. Acúmulo de cobre na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.



Tabela 3. Estimativas dos pontos de máximo e de inflexão do acúmulo de cobre na parte aérea de duas cultivares de girassol, com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máximo (PM)		Ponto de inflexão (PI)	
	Dias	mg/planta	Dias	mg/planta
Contisso 0-0-0	83	5,77	54	2,70
Guayacan 0-0-0	90	5,52	58	2,58
Contisso 2-1-1	100	6,04	62	2,98
Guayacan 1-1-1	88	5,17	55	2,54
Média	90	5,63	57	2,70
				169
				161
				186
				159

mulo aos 100 dias, correspondendo à maturação fisiológica. Entretanto, MACHADO (1979), com girassol, verificou um acúmulo máximo de cobre somente no final do ciclo da planta, com um acúmulo de 3,03 mg/planta, abaixo do encontrado na Tabela 3.

### Manganês

A Figura 2 e a Tabela 4 mostram os resultados referentes ao acúmulo de manganês na parte aérea do girassol.

Nota-se que a tendência do acúmulo de manganês é semelhante ao acúmulo de matéria seca onde o ponto de inflexão ocorreu aos 54 dias e o ponto de máximo aos 86 dias (SFREDO, 1984).

Apesar do acúmulo de matéria seca ser menor nos tratamentos com adubação, verifica-se que o acúmulo de manganês foi maior nas duas cultivares. Torna-se difícil uma interpretação quanto a esta ocorrência, mais ainda quando se verificam os resultados de MACHADO (1979), onde ocorreu o inverno, isto é, maior acúmulo de matéria seca com adubo e maior acúmulo de manganês sem adubo.

### Zinco

Os resultados da análise de regressão com as respectivas equações e os pontos de máximo e de inflexão, referentes ao acúmulo de zinco na parte aérea do girassol estão na Figura 3 e Tabela 5.

Há um aumento no acúmulo de zinco a partir dos 42 dias, atingindo um ponto de inflexão aos 57 dias e um máximo acúmulo aos 89 dias, coincidindo com o máximo acúmulo aos 89 dias, coincidindo com o máximo acúmulo de maté

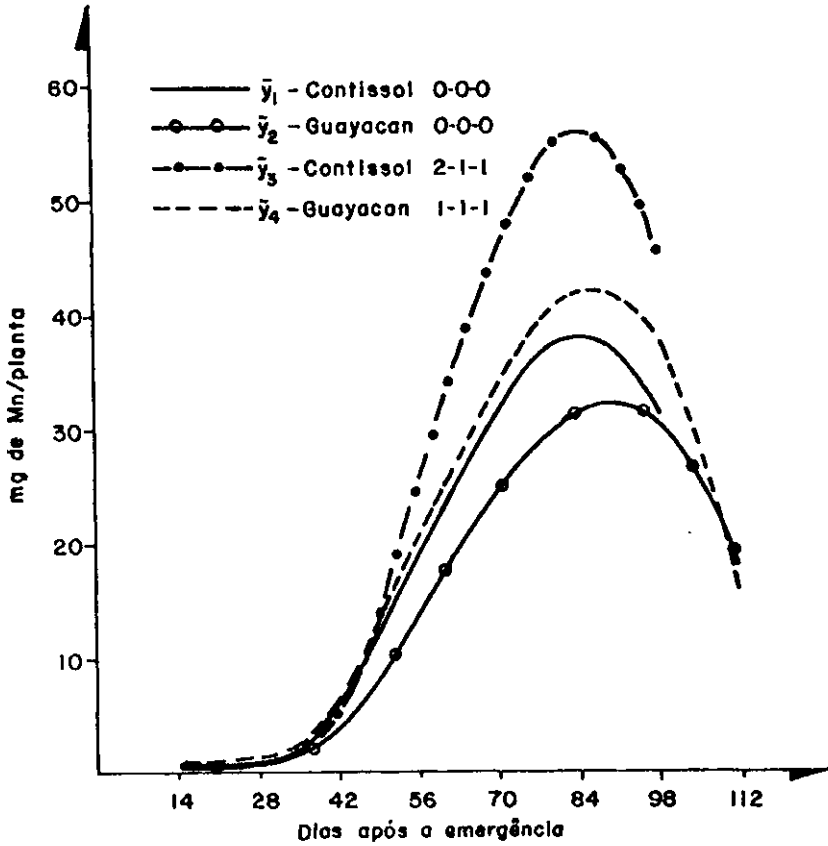


Figura 2. Acúmulo de manganês na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.

Tabela 4. Estimativas dos pontos de máximo e de inflexão do acúmulo de manganês na parte aérea de duas cultivares de girassol, com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máxima (PM)		Ponto de inflexão (PI)	
	Dias	mg/planta	Dias	mg/planta
Contissol 0-0-0	85	38,21	55	18,05
Guayacan 0-0-0	90	32,34	57	15,12
Contissol 2-1-1	85	55,87	56	25,41
Guayacan 1-1-1	87	42,27	56	20,02
Média	87	42,17	56	19,65
				1.228

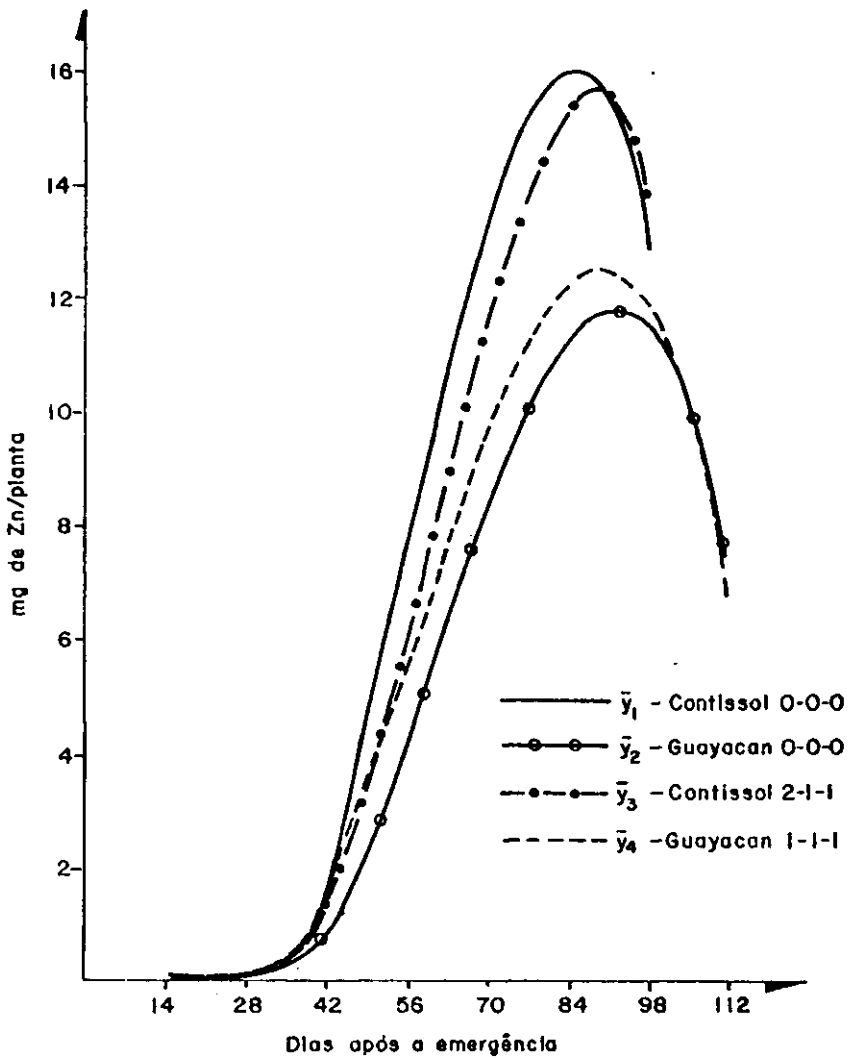


Figura 3. Acúmulo de zinco na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.

Tabela 5. Estimativas dos pontos de máximo e de inflexão do acúmulo de zinco na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máxima (PM)		Ponto de inflexão (PI)	
	Dias	mg/planta	Dias	mg/planta
Contisso 0-0-0	85	16,06	55	7,35
Guayacan 0-0-0	92	11,88	59	5,47
Contisso 2-1-1	90	15,74	58	7,31
Guayacan 1-1-1	90	12,58	57	5,97
Média	89	14,07	57	6,53
				408

ria seca encontrado por SFREDO (1984). O acúmulo máximo de zinco é maior na cultivar Contissol devido à maior concentração nesta, apesar de não aumentar com isto a produção de matéria seca em relação à cultivar Guayacan.

ANDRADE et alii (1975) verificaram que há um acúmulo máximo de zinco aos 100 dias após a emergência do milho, entretanto MACHADO (1979), estudando o girassol, encontrou um acúmulo máximo no final do ciclo.

### Boro

A Figura 4 e a Tabela 6 contêm os resultados da análise de regressão referentes ao acúmulo de boro na parte aérea do girassol.

Verifica-se que há um maior acúmulo de boro quando não se usou adubação, apesar do acúmulo máximo ocorrer em média aos 85 dias. Isto, provavelmente, deve ter ocorrido devido à aplicação de potássio ao solo que já continha alto teor deste elemento (Tabela 2). O potássio, segundo Woodruff (1960), citado por VOISIN (1963), influi na absorção de boro pela planta. Potássio em excesso pode diminuir drasticamente a absorção de boro, exigindo deste modo aplicações deste nutriente.

### Ferro

A Figura 5 e a Tabela 7 mostram os resultados do acúmulo de ferro na parte aérea do girassol.

Verificando-se a Figura 5 e a Tabela 7, nota-se que o acúmulo máximo de ferro ocorre aos 87 dias, acompanhando o acúmulo de matéria, apesar de não haver aumento nas concentrações deste elemento a partir dos 56 dias conforme SFREDO (1984).

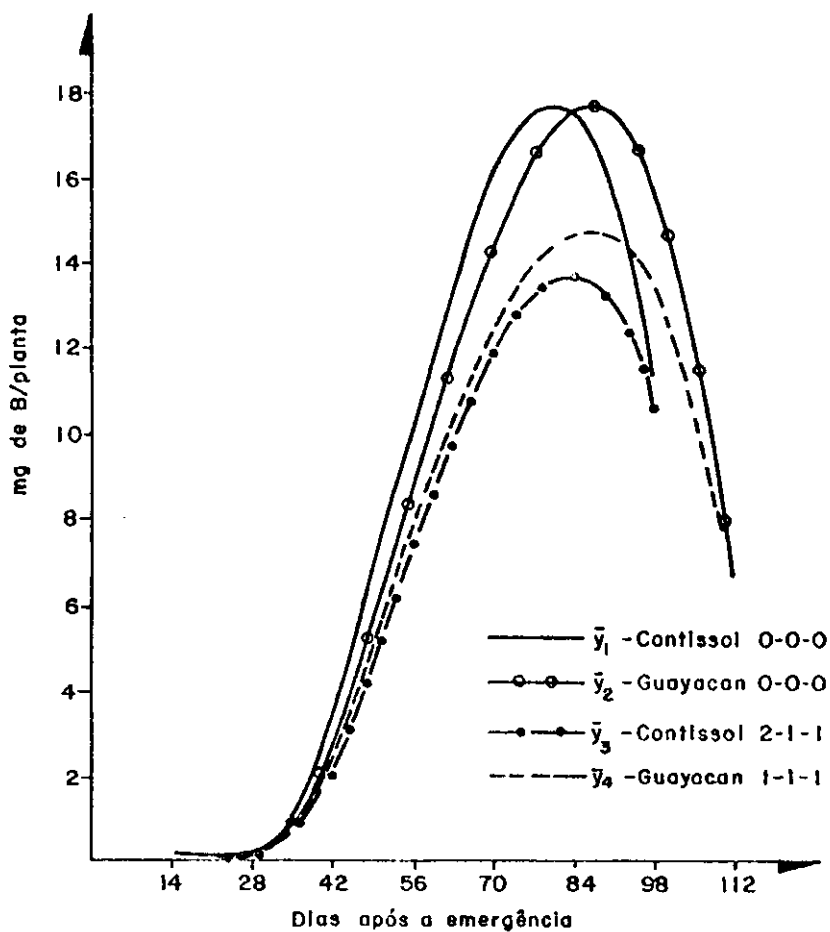


Figura 4. Acúmulo de boro na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade e da adubação.



Tabela 6. Estimativas dos pontos de máximo e de inflexão do acúmulo de boro na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máximo (PM)		Ponto de inflexão (PI)	
	Dias	mg/planta	Dias	mg/planta
Contisso 0-0-0	81	17,78	52	8,37
Guayacan 0-0-0	87	17,71	55	8,44
Contisso 2-1-1	83	13,77	53	6,64
Guayacan 1-1-1	87	14,79	54	7,15
Média	85	16,01	54	7,65
				478

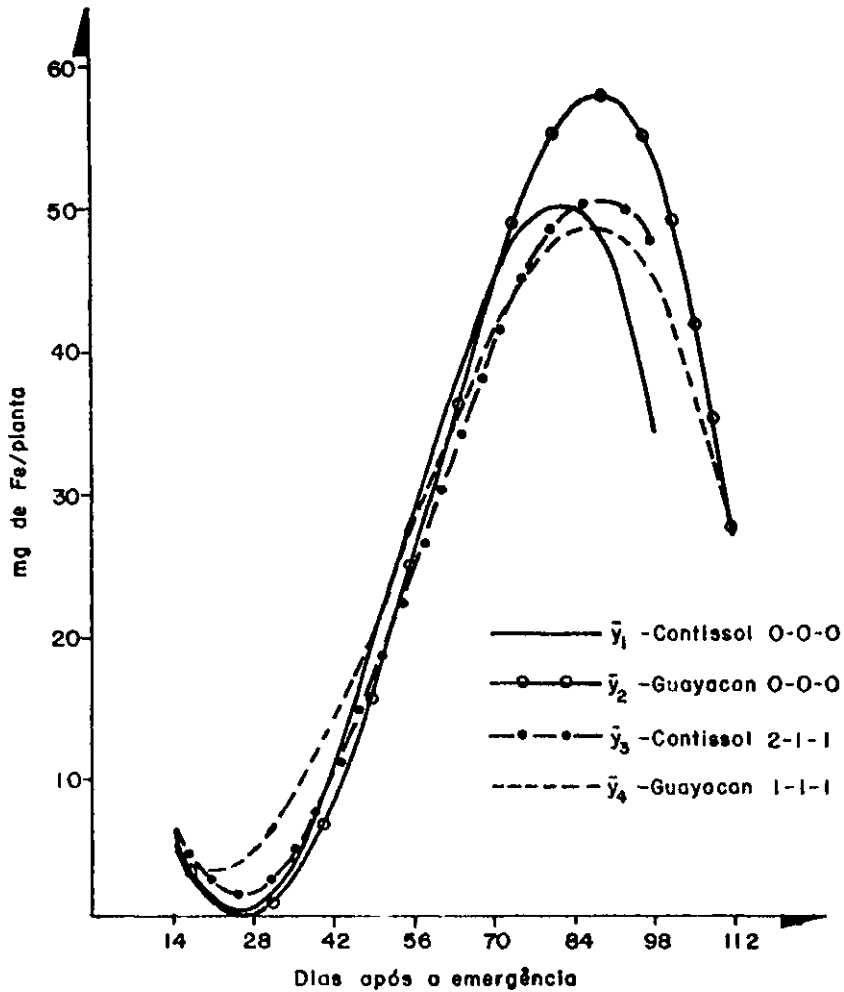


Figura 5. Acúmulo de ferro na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.

Tabela 7. Estimativa dos pontos de máximo e de inflexão do acúmulo de ferro na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máximo (PM)		Ponto de inflexão (PI)		kg/ha
	Dias	mg/planta	Dias	mg/planta	
Contissol 0-0-0	81	50,36	53	25,21	1.576
Guayacan 0-0-0	89	57,86	58	28,35	1.772
Contissol 2-1-1	90	50,50	57	26,16	1.635
Guayacan 1-1-1	88	48,44	54	26,06	1.629
Média	87	51,79	56	26,45	1.653

ANDRADE et alii (1975), em milho, verificaram que o acúmulo máximo ocorria aos 105 dias, período da maturação fisiológica, concordando com os resultados encontrados na Tabela 7. Já MACHADO (1979), em girassol, encontrou um acúmulo máximo somente no final do ciclo da cultura.

### Acúmulo de micronutrientes

A Tabela 8 mostra as estimativas dos pontos de máximo e de inflexão, do acúmulo de micronutrientes, na média das duas cultivares de girassol, com e sem adubação.

Verifica-se pela Tabela 8 que o intervalo do ponto de inflexão ao de máximo está entre 54 dias e 90 dias, indicando um período aproximado de 40 dias em que a planta deve estar bem suprida com todos os micronutrientes estudados.

O ponto de inflexão média dos micronutrientes aos 56 dias equivale aproximadamente ao estágio do início da floração e o máximo aos 88 dias, provavelmente, equivale ao estágio de maturação fisiológica.

### Exportação de micronutrientes

As quantidades de nutrientes acumuladas e exportadas pelos grãos estão nas Tabelas 9 e 10. Estas quantidades foram calculadas para uma população de 62.500 plantas/ha com produções de grãos de:

4.470 kg/ha para a cultivar Contissol	0-0-0
2.901 kg/ha para a cultivar Contissol	2-1-1
3.945 kg/ha para a cultivar Guayacan	0-0-0
2.920 kg/ha para a cultivar Guayacan	1-1-1

Tabela 8. Pontos de máximo e de inflexão, estimados em dias e g/ha média de duas cultivares com e sem adubação para a planta inteira.

Nutrientes	Ponto de máximo		Ponto de inflexão	
	Dias	g/ha	Dias	g/ha
Cu	90	352	57	169
Mn	87	2636	56	1228
Zn	89	879	57	408
B	85	1000	54	478
Fe	87	3237	56	1653

Tabela 9. Acúmulo máximo de micronutrientes, em gramas, nas duas cultivares de girassol com e sem adubação e média dos quatro tratamentos, na planta inteira (palha + semente) para uma produção de 1.000 kg de grãos.

Nutrientes	Contisso		Guayacan		Média
	0-0-0	2-1-1	0-0-0	1-1-1	
Cu	81	129	86	110	102
Mn	535	1200	506	905	787
Zn	225	338	186	269	255
B	248	296	277	317	285
Fe	704	1085	905	1037	933

Tabela 10. Exportação de micronutrientes, em gramas e percentagens do total acumulado, em duas cultivares de girassol com e sem adubação e média dos quatro tratamentos, para uma produção de 1.000 kg de grãos.

Nutrientes	Exportação pela colheira de 1.000 kg de grãos					
	Contisso			Guayacan		
	0-0-0	2-1-1	1-1-1	0-0-0	1-1-1	Média
						g
Cu	20	25	23	23	23	22,8
Mn	50	58	71	71	59	59,5
Zn	60	68	55	55	54	59,3
B	13	12	12	12	12	12,3
Fe	83	74	61	61	57	68,8
						%
						22,4
						7,6
						23,3
						4,3
						7,4

Para facilidade de interpretação, os resultados foram expressos em kg de micronutrientes para uma produção de 1.000 kg de grãos.

Verifica-se pela Tabela 9 que o ferro é o micronutriente mais absorvido, seguido do manganês.

A ordem de extração pela planta toda é:

Fe Mn B Zn Cu.

Pela Tabela 10 nota-se que a ordem de exportação é Fe > Mn > Zn > Cu > B.

O boro de terceiro colocado em quantidade acumulada, passa para último em quantidade exportada devido à percentagem de exportação em relação ao total absorvido ser a menor.

As quantidades exportadas, Tabela 10, semelhantes às encontradas por ROBINSON (1973) e MACHADO (1979) com exceção ao manganês que exporta valores maiores aos encontrados por esses autores.

## CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido pode-se tirar as seguintes conclusões:

1. O acúmulo máximo de micronutrientes ocorreu a média próximo aos 88 dias e o ponto de inflexão aos 56 dias.

2. As quantidades totais de micronutrientes, absorvidas pelas plantas obedecem à seguinte ordem: Fe > Mn > B > Zn > Cu.



3. A exportação de micronutrientes através da colheita de grãos segue a ordem: Fe > Mn > Zn > Cu > B.

4. O acúmulo máximo, em g de micronutrientes, para uma produção de 1.000 kg de grãos foi: Fe = 933; Mn = 787; B = 285; Zn = 255 e Cu = 102.

5. A exportação, em g de micronutrientes, para uma produção de 1.000 kg de grãos foi: Fe = 68,6; Mn = 59,5; Zn = 59,3; Cu = 22,9 e B = 12,3.

## SUMMARY

### ABSORPTION OF NUTRIENTS BY TWO CULTIVARS OF SUNFLOWERS (*Helianthus annuus* L.) UNDER FIELD CONDITIONS.

#### IV. ACUMULATION OF THE MICRONUTRIENTS

In order to study the acumulation of the micronutrients by sunflower plants a field experiment was carried out at the Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina, PR, Brazil. Six fertilizers doses of NPK were use, but in the present paper only the doses 0-0-0 and 90-45-45 kg/ha for the cultivar Contissol and 0-0-0; 45-45-45 kg/ha for the cultivar Guayacan were examined.

Samples of plants were harvested form 14 days after emergence to the end of the plant cycle.

The author concluded:

The maximum acumulation occur on the 88 days and the maximum rate of 56 days after emergence.

The total amount of micronutrients content in the

plants for a production of 1,000 kg of seeds was: Fe = 933 g; Mn = 787 g; B = 295 g; Zn = 255 g and Cu = 10 g.

The exportation of micronutrients for a production of 1,000 kg of seed was: Fe = 68.8 g; Mn = 59.9 g; Zn = 59.3 g; Cu = 22.8 g and B = 12.3 g.

The total quantity of the micronutrients by the seeds obey the following order: Fe > Mn ≥ Zn > Cu > B.

#### LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.G. de, HAAG, H.P., OLIVEIRA, G.D. de e SARRUGE, J.R. 1975. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II. Acumulação de micronutrientes. Anais da ESALQ (32): 151-171.
- BLAMEY, F.P.C., 1976. Boron nutrition of sunflowers (*Helianthus annuus* L.) on an Avalon medium sandy loam. *Agrochemophysics* 8(1): 5-9. In: Soils and Fertilizer, Vol. 40. 1977.
- MACHADO, P.R., 1979. Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) em função da idade e adubação, em condições de campo. ESALQ, Piracicaba (SP), 83 p. (Dissertação de Mestrado).
- MAJEWSKI, F. e JANISZEWSKA, Z., 1970. Boron fertilization requirements of soil. I. Boron content in soils and plants as a basis of evaluation of boron fertilization requirements. *Rocz. Nak Roln. Ser. A.* 96(2): 269-301. In: Boron in agriculture. List. n° 125. 1979.

- QUEIROZ, E.F. de e FIGUEIREDO, R., 1980. Precipitação mensal em Londrina, no período de 1958-1979. 29 p. (EMBRAPA/CNPSoja, Série Miscelânea, 3).
- ROBINSON, R.G., 1973. Elemental composition and response to nitrogen of sunflower and corn. *Agron. J.* 65: 318-320.
- SARRUGE, J.R. e HAAG, H.P., 1974. Análise química em plantas. Piracicaba (SP), ESALQ/USP. 52 pp.
- SATYANARAYANA, T., VARADAN, K.M., BADANUR, V.P. e HAVANA GI, G.V., 1977. Note on effects of secondary and trace elements on sunflower yield. *Indian J. of Agric. Research.* 11(2): 122-124. In: Soils and Fertilizer. Vol. 42. 1979.
- SFREDO, G.J., 1984. Absorção de nutrientes por duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) em condições de campo. ESALQ. Piracicaba (SP). 99 p. (Tese de Doutorado).
- VOISIN, A., 1973. Adubos: novas leis científicas de sua aplicação. Ed. Mestre Jou. São Paulo. 130 p.
- VRÂNCEANU, A.V., 1977. *El girassol*. Ediciones Mundi. Prensa, Madrid, Espanha. 379 p.