

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

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

RESUMO

Com o objetivo de se determinar a absorção de micronutrientes em função da idade da planta de girassol, conduziu-se um experimento no Centro Nacional de Pesquisa de Soja/EMBRAPA, em Londrina (PR). No solo Latossolo Roxo eutrófico foram aplicadas seis doses de adubo: 0-0-0; 1-1-1; 2-1-1; 1-2-1 e 2-0-0 (NPK), correspondendo a 0 = zero; 1 = 45 e 2 = 90 kg/ha. Destas doses foram escolhidas a me-

* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba (SP).
Entregue para publicação em 27.12.1983.

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

*** Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba (SP).

lhor e a pior quanto à produção de grãos, para se estudar a concentração dos micronutrientes. Concluiu-se: a. as concentrações mínimas ocorreram próximo ao período de máximo acúmulo de matéria seca (88 dias); b. para fins de diagnose foliar pode-se usar os seguintes valores, no início da floração: Cu = 27 ppm; Mn = 200 ppm; Zn = 31 ppm; B = 125 ppm e Fe = 227 ppm.

INTRODUÇÃO

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

Até bem pouco tempo, os estudos nutricionais eram dirigidos basicamente para os macronutrientes. Com a evolução na pesquisa genética e com a necessidade de se obter maiores produções em função do aumento na produtividade, os estudos com micronutrientes tornaram-se prioritários em várias regiões do Brasil. Apesar disso, poucos resultados com micronutrientes, em girassol, são encontrados no país.

ROBINSON (1973) e MACHADO (1979), trabalhando com girassol concluíram que a absorção de nutrientes pela planta é rápida em relação à produção de matéria seca, no início do crescimento.

Segundo ROBINSON (1973), os teores considerados ótimos no início da floração, na planta inteira foram: Fe = 79 ppm; Cu = 11 ppm; Mn = 35 ppm; Zn = 25 ppm e B = 39 ppm.

Para estudar as concentrações de micronutrientes em plantas de girassol, instalou-se um experimento com os seguintes objetivos:

- Determinar a concentração de micronutrientes em diversos estádios de desenvolvimento.
- Determinar a concentração considerada ótima para o período do início da floração.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em área do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSoja) da EMBRAPA, no distrito de Warta, município de Londrina (PR).

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 umidade suficiente para o desenvolvimento das plantas durante todo seu ciclo.

O solo da área foi classificado como Latossolo Roxo eutrófico, textura argilosa, e vinha sendo utilizado para o cultivo da soja. A Tabela 1 mostra os resultados da análise química deste solo.

A análise foi efetuada no laboratório de análise de solos do Departamento de Solos da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

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 - P₂O₅ - K₂O), onde 0 = zero, 1 = 45 e 2 = 90 kg/ha. A aplicação do adubo foi a lãço antes do plantio incorporado com grade pesada.

Tabela 1. Resultado da análise química do Latossolo Roxo eutrófico de Londrina (PR).

Nº amostra	pH	%C	e.mg/100 g de terra				Saturação de bases (5%)		
			PO_4^{3-}	K	Ca	Mg		Al	H
1	5,8	1,62	0,30	0,74	6,02	2,60	0,08	4,00	69,6
2	6,2	1,59	0,31	0,70	7,43	2,99	0,09	3,10	77,7 _z

Amostra 1 correspondente à área com a cultivar Contissol;

Amostra 2 correspondente à área com a cultivar Guayacan.

O nitrogênio foi aplicado 1/3 no plantio e 2/3 após 30 dias, em cobertura.

Para o estudo da absorção de nutrientes foram usadas duas cultivares de girassol. Uma de ciclo curto, o híbrido 'Contissol' e outra de ciclo médio, a variedade 'Guayacan'.

Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo as parcelas de 13 x 30 m com 16 linhas de 30 m, espaçadas de 0,80 m. As doses de adubo em cada cultivar corresponderão às parcelas. Para se estudar a absorção de nutrientes, uma dose de adubo, com uma cultivar, corresponde a um experimento separado. Neste caso, as coletas de amostras foram efetuadas ao acaso dentro de cada dose de adubo, sendo cada amostra uma parcela.

A população de plantas foi de 5 plantas por metro linear equivalendo a 62.500 plantas/ha.

As amostras foram coletadas de 14 em 14 dias, a partir da emergência das plantas, até a colheita de grãos. Após cada coleta, as plantas foram separadas em folhas, caules, receptáculo e sementes, pesadas e lavadas de acordo com as recomendações de SARRUGE e HAAG (1974) e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 70-75°C.

Depois de seco, o material foi pesado e moído em moinho Wiley com peneira de 40 malhas/polegada. A análise química dos tecidos para Cu, Mn, Zn, B e Fe, foram efetuadas conforme SARRUGE e HAAG (1974).

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

Concentração de micronutrientes

Cobre

Os resultados da análise de regressão, com as equações, pontos de máximo, inflexão e mínimo, referentes à concentração de cobre na parte aérea do girassol estão contidos na Figura 1 e Tabela 2.

Verifica-se que os pontos de mínima concentração ocorreram em média aos 89 dias após a emergência (Figura 1 e Tabela 2). Há um decréscimo na concentração do início até atingir o ponto de mínimo, estabilizando-se neste ponto. Como se nota, o ponto de mínimo coincide com o máximo acúmulo de matéria seca que ocorreu aos 88 dias (SFREDO, 1984). Mostrando um efeito de diluição do cobre em função da matéria seca. ROBINSON (1973), mostra que as concentrações de cobre têm pouca variação do início até a maturação, com valores abaixo dos encontrados aqui. Porém, MACHADO (1979) encontrou resultados semelhantes, com decréscimo até os 60 dias com estabilização neste ponto. As concentrações encontradas por ele estão entre 16 e 32 ppm bem próximas aos valores da Figura 1.

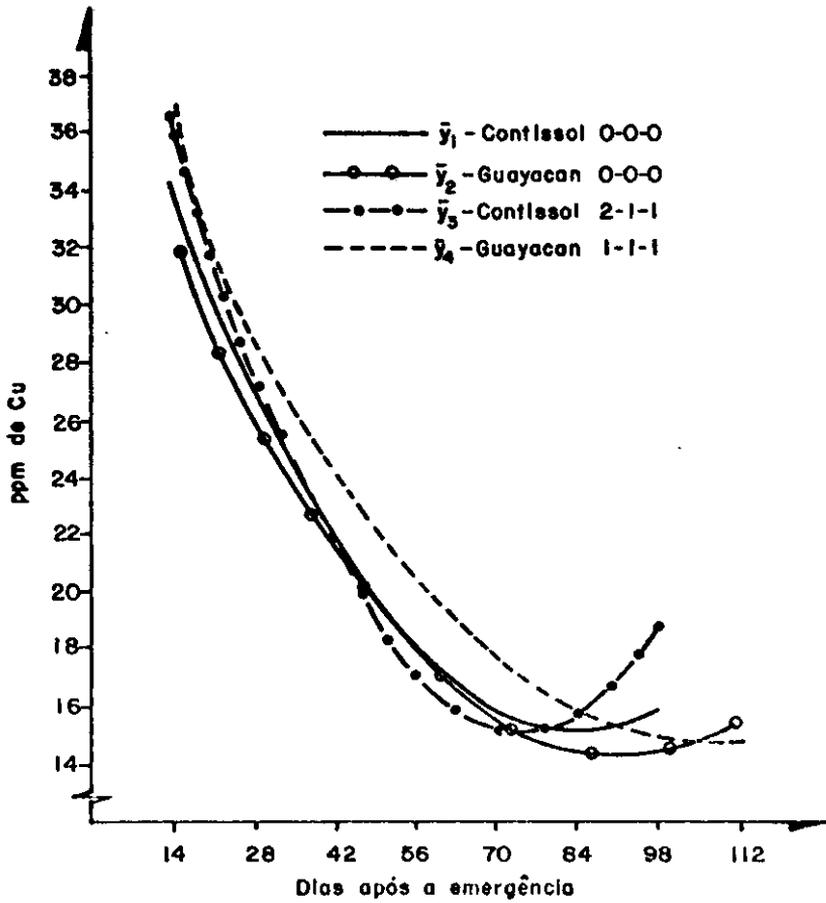


Figura 1. Concentração de cobre (ppm) na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.

Tabela 2. Estimativas do ponto de mínimo da concentração de cobre na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de mínimo	
	Dias	ppm
Contissol 0-0-0	84	15
Guayacan 0-0-0	91	14
Contissol 2-1-1	74	15
Guayacan 1-1-1	106	14
Média	89	15

Na Tabela 3 estão contidos os dados de concentração de cobre nas folhas e caules, aos 56 dias após a emergência. Verifica-se que nas folhas as concentrações são superiores que as do caule. No estádio considerado, início da floração, as concentrações nas folhas foram de 2,70 ppm de Cu para a cultivar 'Contissol' e 27,3 ppm de Cu para a 'Guayacan' podendo-se considerá-las suficientes quando se utiliza a diagnose foliar para estudar o estado nutricional da planta. Os valores encontrados por MACHADO (1979), para esse mesmo estádio foram pouco abaixo de 21 a 23 ppm.

Manganês

Verifica-se na Figura 2 e Tabela 4, que as concentrações de manganês têm comportamentos diferentes, dependendo da cultivar e da dose de adubo.

Na cultivar Contissol há um aumento na concentração de manganês até atingir um ponto de máximo aos 38

Tabela 3. Concentração de micronutrientes nas folhas e nos caules, aos 56 dias após a emergência, em duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Órgão	Adubação	Cultivar	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	Fe ppm
Folhas	0-0-0	Contissol	27,0b*	250,3bc	34,0ab	122,3ab	229,0a
Folhas	2-1-1	Contissol	30,5ab	356,8a	36,3ab	91,8c	249,0a
Folhas	0-0-0	Guayacan	27,3ab	154,5cd	27,8bc	128,0a	223,5a
Folhas	1-1-1	Guayacan	35,0a	340,8ab	38,8ab	99,0bc	256,5a
Caulo	0-0-0	Contissol	11,3c	53,5de	43,0a	49, d	101,3b
Caulo	2-1-1	Contissol	8,3c	111,0de	41,5a	40,8d	57,0b
Caulo	0-0-0	Guayacan	10,0c	37,3e	22,3c	52,0d	70,3b
Caulo	1-1-1	Guayacan	9,8c	74,8de	28,8bc	46,0d	79,5b
CV %			16,8	26,2	14,2	13,9	20,5
DMS-Tukey 5%			7,8	105,8	11,3	25,6	76,0

* Médias seguidas com a mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

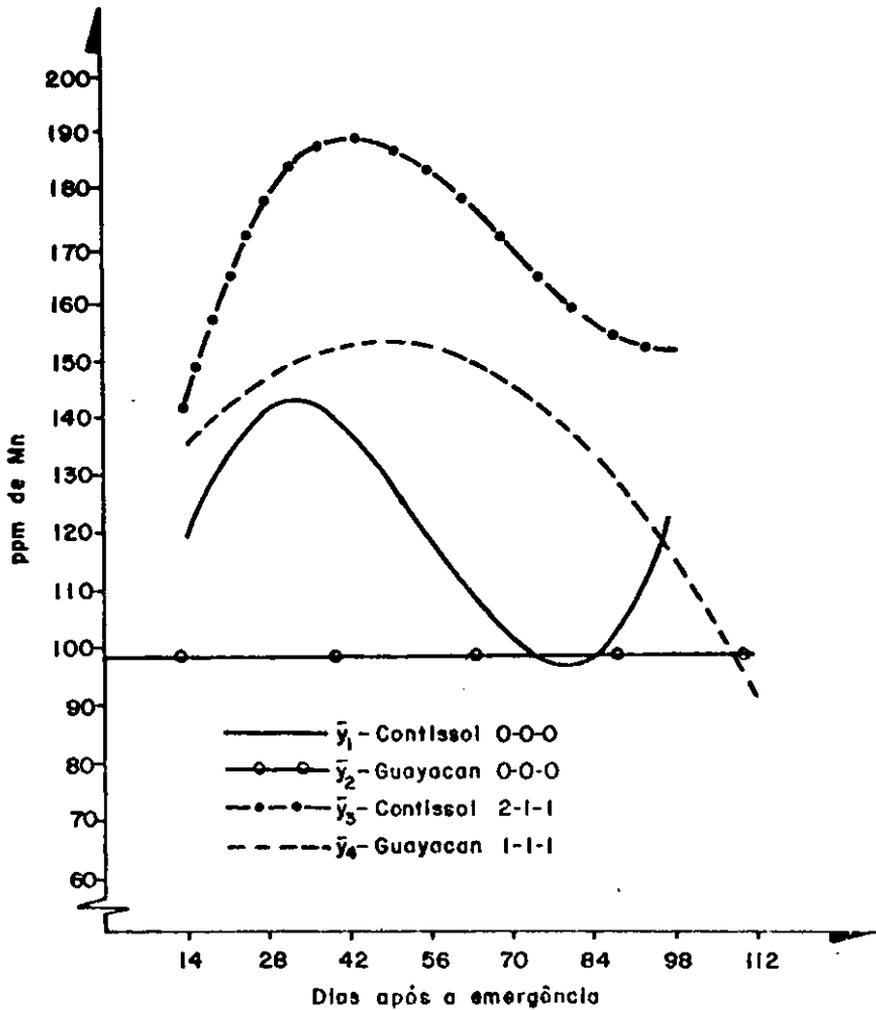


Figura 2. Concentração de manganês na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.

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

Tratamento	Ponto de máximo		Ponto de inflexão		Ponto de mínimo	
	Dias	ppm	Dias	ppm	Dias	ppm
Contisso 0-0-0	32	144	56	120	80	96
Guayacan 0-0-0	-	98	-	98	-	98
Contisso 2-1-1	43	188	70	170	96	151
Guayacan 1-1-1	48	153	-	-	-	-
Média	41	146	63	129	88	115

dias, em média, decrescendo daí até uma concentração mínima aos 88 dias, coincidindo com o acúmulo máximo de matéria seca. As concentrações médias são maiores quando se usa adubações 2-1-1 (90 kg de N e 45 kg de P e K/ha).

Para a cultivar Guayacan há dois comportamentos diferentes. Sem adubo não há diferença nas concentrações de manganês do início ao final do desenvolvimento da planta. Já quando se aplica adubo, há um aumento no início até atingir uma concentração máxima aos 48 dias para depois decrescer até o final do ciclo (Figura 2 e Tabela 4).

MACHADO (1979) encontrou resultados diferentes pois, usando também duas cultivares, verificou que os tratamentos com adubação apresentaram concentrações menores que sem adubação, com valores máximos semelhantes aos encontrados na Tabela 4. ROBINSON (1973) verificou que há um decréscimo na concentração de manganês do início ao final do ciclo.

A Tabela 3 mostra a concentração de manganês nas folhas e caules aos 56 dias após a emergência. Verifica-se que a concentração, nas folhas, é maior quando foi aplicado adubo, sendo diferentes da concentração no caule. Pode-se considerar os teores 250,3 ppm de Mn a cultivar Contissol e 254,5 ppm de Mn para a 'Guayacan', como suficientes e sem ocasionar problemas de toxidez de manganês. MACHADO (1979) encontrou uma faixa de 101 a 250 ppm de manganês, valores próximos dos encontrados neste trabalho.

Zinco

Os resultados analíticos referentes às concentrações de zinco na parte aérea da planta, estão contidos na Figura 3 e Tabela 5.

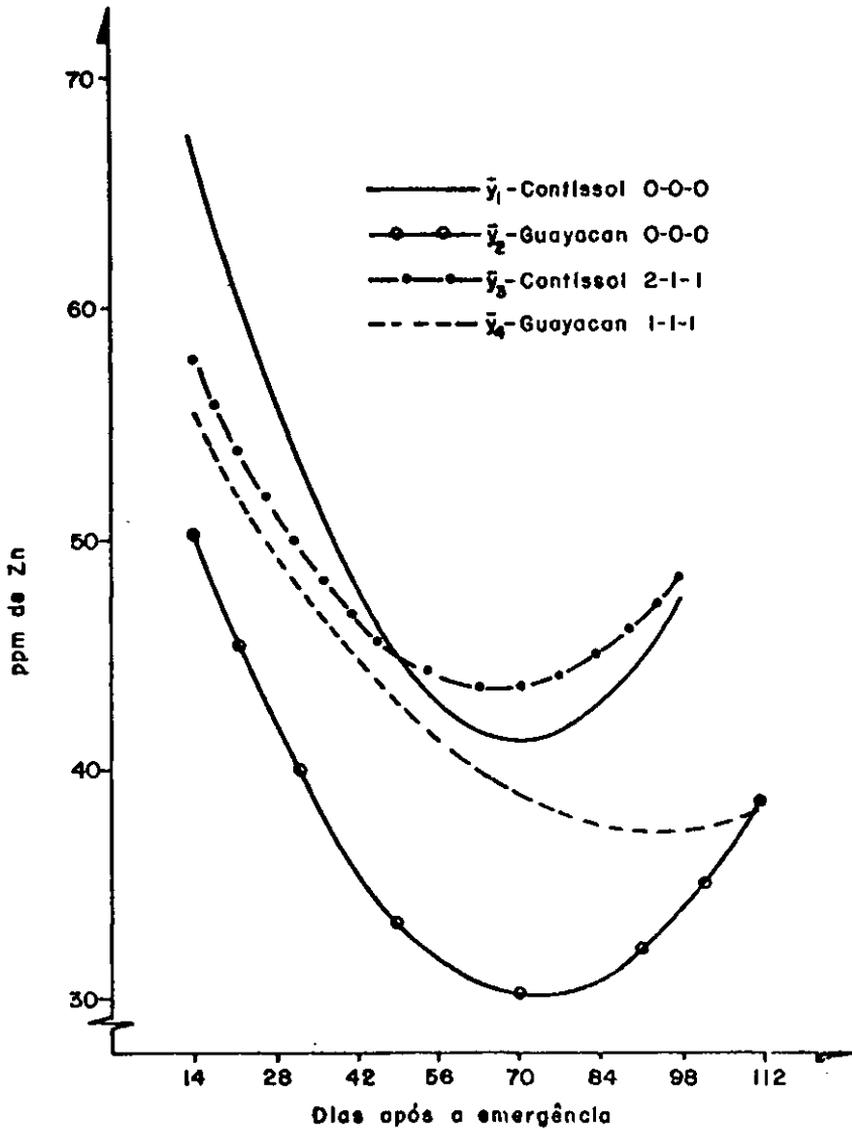


Figura 3. Concentração de zinco na parte aérea de duas cultivares de grassol em função da idade da planta e da adubação.

Tabela 5. Estimativas do ponto de mínimo da concentração de zinco na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento		Ponto de mínimo	
		Dias	ppm
Contissol	0-0-0	70	41
Guayacan	0-0-0	73	30
Contissol	2-1-1	67	43
Guayacan	1-1-1	93	37
Média		76	38

Verifica-se, nas quatro situações, que foram ajustadas equações de 2º grau com pontos de mínimo médio abaixo de máximo acúmulo de matéria seca, aos 88 dias (SFREDO, 1984). Nota-se também que na cultivar Contissol ocorreram concentrações maiores que na 'Guayacan', indicando que aquela deve ser mais exigente em zinco ou que possui maior capacidade de extração deste nutriente pois em relação à produção de matéria seca não houve diferenças entre elas (Figura 3 e Tabela 5). Há um decréscimo nas concentrações do início de desenvolvimento até aproximadamente 76 dias após emergência, estabilizando daí até a maturação. ROBINSON (1973) verificou que há um decréscimo na concentração até o final do ciclo. MACHADO (1979) mostra que a concentração diminui até os 60 dias após a emergência, havendo tendência de acréscimo daí até o final do ciclo devido ao aumento da concentração nas sementes, pois 48% do zinco absorvido é exportado através da colheita.

A Tabela 3 mostra as concentrações encontradas nas folhas e caule aos 56 dias após a emergência. Verifica-se que nas folhas não há diferença entre cultivares e

doses de adubo. Porém, no caule a cultivar Contissol apresenta concentrações maiores que a 'Guayacan'. Esta diferença no caule explica, em parte a maior concentração encontrada na 'Contissol', quando se analisa a planta inteira (Figura 3). Pela Tabela 3, pode-se considerar os teores de 34,0 ppm de Zn na cultivar 'Contissol' e 27,8 ppm de Zn na 'Guayacan', como suficientes para o bom desenvolvimento das plantas, quando se deseja estudar o estado nutricional do girassol, com análise foliar. MACHADO (1979) encontrou resultados semelhantes pois determinou uma faixa entre 33 e 44 ppm de zinco nas folhas.

Boro

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

A cultivar Contissol mostrou uma resposta de 3º grau enquanto na 'Guayacan' se verificou uma resposta linear, com as concentrações decrescentes do início ao final do ciclo. Na 'Contissol' há um aumento do início até atingir um máximo aos 31 dias e depois decresce até uma concentração mínima aos 90 dias, acompanhando inversamente o acúmulo de matéria seca (SFREDO, 1984), mostrando o efeito de diluição do nutriente em relação ao maior acúmulo de matéria seca.

MACHADO (1979) verificou uma tendência linear com a concentração maior no início do desenvolvimento, decrescendo até o final do ciclo, semelhante ao encontrado aqui para a cultivar Guayacan. Já ROBINSON (1973) encontrou resultado semelhante ao verificado para a cultivar Contissol.

Na Tabela 3 encontram-se as concentrações de boro nas folhas e caule. Verifica-se que as concentrações no caule não variam com a cultivar ou dose de adubo, enquan

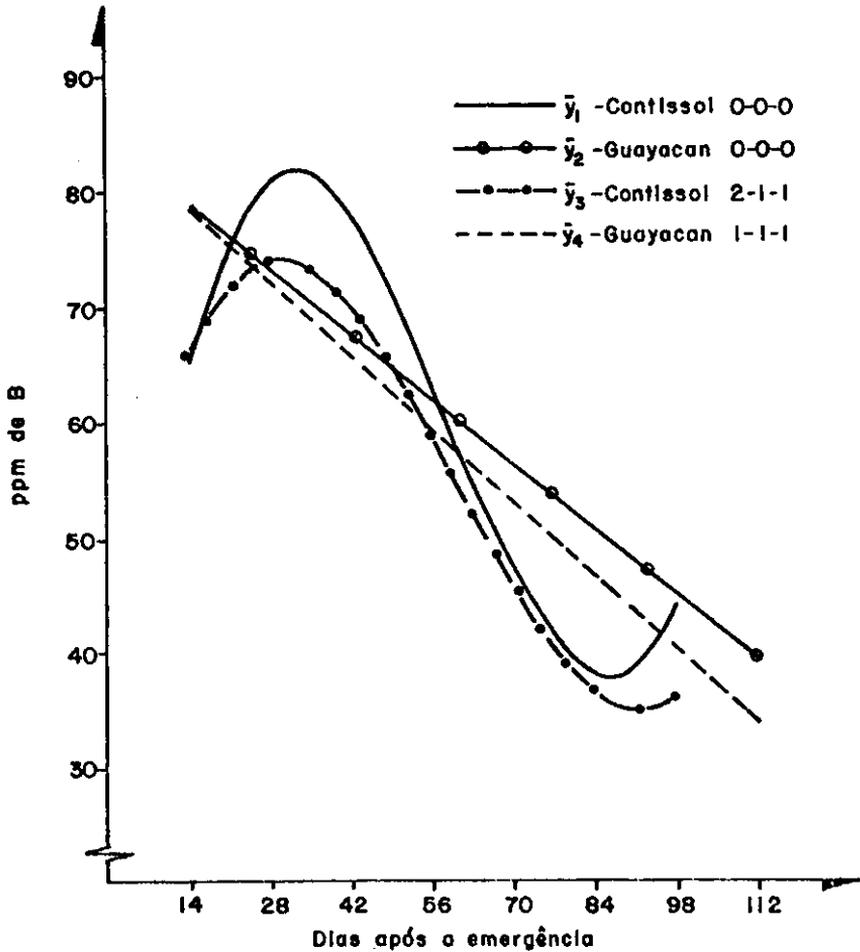


Figura 4. Concentração de boro na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade e da adubação.

Tabela 6. Estimativas dos pontos de máximo, inflexão e mínimo da concentração de boro na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máximo		Ponto de inflexão		Ponto de mínimo	
	Dias	ppm	Dias	ppm	Dias	ppm
Contisso 0-0-0	32	82	59	60	87	38
Guayacan 0-0-0	14	79	-	-	112	40
Contisso 2-1-1	29	74	61	55	92	35
Guayacan 1-1-1	14	79	-	-	112	34
Média	22	79	60	57	101	37

to nas folhas a concentração na cultivar Contissol é maior que na 'Guayacan'.

Isto indica que a cultivar Contissol deve ser mais exigente com relação ao boro, apesar de não haver uma resposta na produção de matéria seca.

Os teores 122,3 ppm de B para a cultivar 'Contissol' e 128,0 ppm de B para a 'Guayacan' (Tabela 3) podem ser considerados suficientes para o bom desenvolvimento da planta, tanto em relação à carência quanto à toxidez de boro. Entretanto, diversos autores citam como teor ótimo nas folhas os valores entre 15 e 57 ppm e MACHADO (1979) com valores de 40 e 55 ppm de B.

Ferro

A Figura 5 e a Tabela 7 mostram os resultados referentes à concentração de ferro na parte aérea da planta.

As concentrações de ferro no início do desenvolvimento são bastante elevadas, sendo as máximas encontradas logo aos 14 dias após a emergência, decrescendo em seguida até atingir um ponto de mínimo, aos 56 dias, estabilizando até o final do ciclo (Figura 5 e Tabela 7). Como se nota, a concentração mínima de ferro ocorre no período de floração, portanto, antes do máximo acúmulo de matéria seca que se dá aos 88 dias (SFREDO, 1984). Isso evidencia que há uma paralização na absorção de ferro no estágio da floração. ROBINSON (1973) e MACHADO (1979) verificaram também este comportamento na absorção de ferro pelo girassol.

A Tabela 3 contém as concentrações de ferro, aos 56 dias após a emergência, nas folhas e caule. Verifica-se que as concentrações nas folhas são maiores que no caule não havendo diferenças entre as cultivares ou mesmo entre doses de adubo.

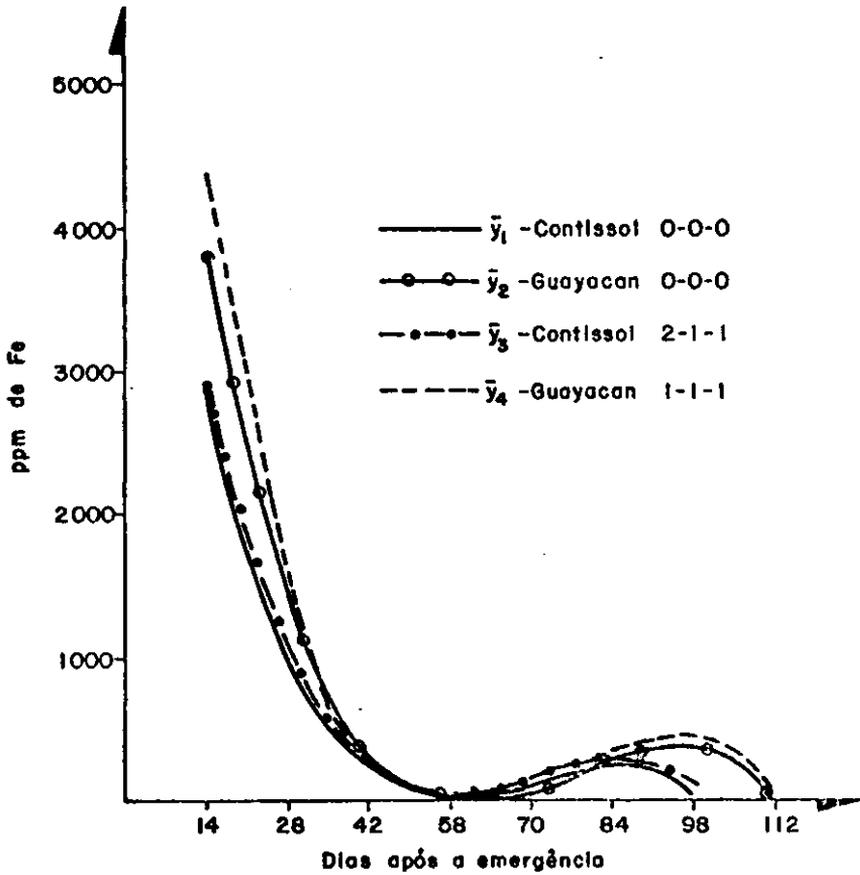


Figura 5. Concentração de ferro na parte aérea de duas cultivares de girassol em função da idade da planta e da adubação.

Tabela 7. Estimativas dos pontos de máximo, inflexão e mínimo de concentração de ferro na parte aérea de duas cultivares de girassol com e sem adubação.

Tratamento	Ponto de máximo		Ponto de inflexão		Ponto de mínimo	
	Dias	ppm	Dias	ppm	Dias	ppm
Contissoi 0-0-0	14	2.832	70	142	55	8
Guayacan 0-0-0	14	3.805	77	139	58	-124
Contissoi 2-1-1	14	2.869	70	150	55	11
Guayacan 1-1-1	14	4.339	76	140	57	-188
Média	14	3.461	73	143	56	73

Os teores de 229,0 ppm de Fe para a cultivar 'Contissol' e 223,5 ppm de Fe para a 'Guayacan' podem ser considerados suficientes para o bom desenvolvimento da planta, evitando a carência ou mesmo a toxidez deste nutriente. MACHADO (1979) encontrou, para o mesmo estágio de desenvolvimento valores entre 153 e 227 ppm de ferro.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir:

- As concentrações mínimas ocorreram, de modo geral, próximas ou pouco após o período de máximo acúmulo de matéria seca (88 dias).
- A concentração nas folhas, obtida no início da floração, podendo ser considerada como indicação do bom estado nutricional do girassol, foi: Cu = 27 ppm; Mn = 200 ppm; Zn = 21 ppm; B = 125 ppm e Fe = 227 ppm

SUMMARY

ABSORPTION OF NUTRIENTES BY TWO CULTIVARS OF SUNFLOWER PLANTS (*Heliantus annuus* L.) UNDER FIELD CONDITIONS.

II. MICRONUTRIENTS CONCENTRATION

In order to find out the absorption of the micro-nutrients during the growth of sunflower plants, a field

experiment was carried out at the Centro Nacional de Pesquisa de Soja/EMBRAPA, Londrina, PR, Brazil. The soil used is classified as Latossolo Roxo (Eutrústox). The following doses of fertilizers were used: 0-0-0; 1-1-1; 2-1-1; 2-2-1; 2-0-0 (NPK). The population of plants were calculated in 62,500 per hectare, with a spacing of 0.80 m between the lines.

The authors concluded:

The lowest concentration of the nutrients occurred near the period of maximum dry matter production (88 days).

For leaves diagnosis the following levels may be used - Cu = 27 ppm; Mn = 200 ppm; Zn = 31 ppm; B = 125 ppm and Fe = 227 ppm.

LITERATURA CITADA

- 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).
- 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.

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).