

EFEITO RESIDUAL DE MICRONUTRIENTES NO TEOR FOLIAR E NA PRODUÇÃO DE SOJA NO CERRADO¹

ADY RAUL DA SILVA², JOSÉ MARIA V. DE ANDRADE e JOSÉ ROBERTO R. PERES³

RESUMO - Estudou-se, por dois anos (1980/81 e 1981/82), o efeito residual da adubação com micronutrientes aplicada em solo virgem de cerrado para trigo, no teor foliar de Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, P, K e N e na produção da soja ali plantada posteriormente. O zinco foi o único micronutriente a aumentar o rendimento: no primeiro ano (1980/81) aumentou 92,7%, e no segundo (1981/82), 29,4%; e em kg/ha, em 908 e 1.097, respectivamente. A análise foliar foi o único meio de reconhecer a deficiência de zinco sem parcelas-testemunhas. Houve grande diferença no rendimento e nos teores de micronutrientes nas folhas, nos dois anos. Houve correlações positivas entre o rendimento e Zn, K, N total, peso dos nódulos, peso da parte aérea, de K e Zn, de Mg e Ca, e, de Cu e K; e correlações negativas entre: rendimento e Mn, rendimento e Mg, Zn e Mn, Mg e K, Mg e Zn, Fe e K.

Termos para indexação: cobre, ferro, manganês, zinco, cálcio, magnésio, fósforo, potássio, nitrogênio, análise foliar, nível crítico, Latossolo Vermelho-Amarelo, rendimento.

RESIDUAL EFFECT OF FERTILIZATION WITH MICRONUTRIENTS UNDER "CERRADO" SOIL ON SOYBEAN YIELD AND LEAF CONTENTS

ABSTRACT - The residual effect of micronutrients applied in virgin soils of "cerrado" for wheat was studied in soybean yield and leaf content of Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, P, K and N, in two years 1980/81 and 1981/82. Only zinc increased the yield: 92,7% and 29,4% in the first and in the second crop respectively, equivalent to 908 and 1,097 kg/ha. The leaf analysis was the only way to identify the zinc deficiency without check plots. There were large differences in yield and the leaf contents of micronutrients, in the two years. There were positive correlations between: yield and Zn, K, N total, nodule weight, plant weight, K and Zn, Mg and Ca, Cu and K; negative correlations: yield and Mn, yield and Mg, Zn and Mn, Mg and K, Mg and Zn, Fe and K.

Index terms: copper, iron, manganese, zinc, calcium, magnesium, phosphorus, potassium, nitrogen, leaf analysis, critical level, Red-Yellow-Latosol, yield.

INTRODUÇÃO

O efeito de micronutrientes no controle da esterilidade masculina (chochamento) do trigo tinha sido determinado para solos de várzeas em culturas irrigadas (Silva & Andrade 1979, Silva et al. 1980, Silva & Andrade 1982).

Havia necessidade de verificar o efeito dos micronutrientes sobre o chochamento do trigo em cultivo sem irrigação, em Latossolo Vermelho-Amarelo, fase cerrado, comumente usado pelos agricultores.

Considerando-se que o trigo e a soja se sucedem nos mesmos terrenos, decidiu-se estudar o efeito residual dos micronutrientes sobre o rendimento da soja e a influência da adubação quanto ao teor de micronutrientes nas folhas de soja plantada em resteva de trigo.

Os resultados do rendimento da soja já foram apresentados por Silva & Andrade (1983), sendo objeto do presente trabalho o conteúdo de micronutrientes nas folhas e no solo e sua correlação com a produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) textura argilosa, fase cerrado (Brasil. Ministério da Agricultura 1966) do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), da EMBRAPA. A composição granulométrica do solo estudado consta na Tabela 1. Na Tabela 2 são apresentados resultados de propriedades químicas do solo, avaliadas nas profundidades de 0 a

¹ Aceito para publicação em 25 de novembro de 1985.

² Eng. - Agr., Ph.D. EMBRAPA no PROVÁRZEAS NACIONAL, Ministério da Agricultura, Esplanada dos Ministérios, Bloco H, sala 204, CEP 70043 Brasília, DF.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Caixa Postal 70.023, CEP 73300 Brasília, DF.

60 cm. As amostras referem-se ao solo na forma original (solo virgem) e após o primeiro, segundo e terceiro cultivos.

Houve uma correção do solo aplicando-se, em todo o experimento, 4 t de calcário dolomítico por hectare, com 62% de PRNT.

A adubação inicial para trigo foi de 40 kg/ha de nitrogênio sob a forma de sulfato de amônio, 364 kg/ha sob a forma de superfosfato triplo e 58 kg/ha de cloreto de potássio. Nos anos seguintes, a adubação para a soja foi de 60 kg/ha de P_2O_5 sob a forma de superfosfato triplo e 40 kg/ha de K_2O de cloreto de potássio. Foi sempre feita nos sulcos de plantio, incorporando-se o adubo com um sacho, antes da semeadura.

O preparo do solo, que inicialmente foi realizado com lavração e gradagem, nos anos seguintes foi feita com enxada rotativa, assegurando uma distribuição muito uniforme dos nutrientes residuais.

As parcelas utilizadas para trigo foram de 5 x 5 m, com intervalo entre si de 2 m, no meio dos quais foram feitas valetas para evitar que a água da chuva deslocasse o solo de uma parcela para outra. Em 1980/81, foram divididas em três partes, que foram plantadas com arroz, soja e trigo para ser estudado o efeito residual da adubação com micronutrientes nessas culturas. Em 1981/82, as parcelas de soja foram localizadas sobre as de arroz da safra anterior, e o trigo, sobre as de soja.

Para evitar o efeito de bordo e influência de uma cultura na outra, e para medir a produção, foi utilizada apenas a fileira central com a soja e eliminado um metro em cada cabeceira.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Os tratamentos são:

1. Testemunha (sem micronutrientes);
2. FTE BR 12, na dose de 60 kg/ha (Cu 0,51, Fe 2,27, Mn 2,09, Mo 0,08, Zn 5,52, B 1,3, kg/ha);
3. Completo de sais: sulfato de cobre, 2 kg/ha (Cu 0,51 kg/ha); sulfato de ferro 11,3 kg/ha (Fe 2,27 kg/ha); sulfato de manganês, 8,5 kg/ha (Mn 2,09 kg/ha); molibdato de sódio, 0,2 kg/ha (Mo 0,08 kg/ha); sulfato de zinco (igual ao da dose 2), 24,3 kg/ha (Zn 5,52 kg/ha); e bórax (igual ao da dose 2), com 11,5 kg/ha (B 1,3 kg/ha);
4. Sulfato de cobre, 2 kg/ha (Cu 0,51 kg/ha);
5. Sulfato de ferro, 11,3 kg/ha (Fe 2,27 kg/ha);
6. Sulfato de manganês, 8,5 kg/ha (Mn 2,09 kg/ha);
7. Molibdato de sódio, 0,2 kg/ha (Mo 0,08 kg/ha);
8. Sulfato de zinco, 12,15 kg/ha (dose 1) (Zn 2,76 kg/ha);
9. Sulfato de zinco, 24,3 kg/ha (dose 2) (Zn 5,52 kg/ha);
10. Sulfato de zinco, 97,2 kg/ha (dose 3) (Zn 22,08 kg/ha);
11. Bórax, 5,75 kg/ha (dose 1) (B 0,65 kg/ha);
12. Bórax, 11,5 kg/ha (dose 2) (B 1,3 kg/ha);
13. Bórax, 46,0 kg/ha (dose 3) (B 5,2 kg/ha);

A dose de cada micronutriente foi idêntica ao seu teor no FTE BR 12 na dose 60 kg/ha, porque, em prévios experimentos, sabia-se que esta dose era efetiva no controle do chochamento do trigo, e este era o objetivo

principal do experimento, entrando a soja apenas para se saber até que ponto o efeito residual da aplicação de micronutrientes a afetaria.

Conhecendo-se a influência do boro e do zinco em outras culturas, em solos de cerrado, decidiu-se aplicar três doses, sendo a dose 2 igual ao boro e zinco contido no FTE BR 12, a dose 1 a metade, e a dose 3, quatro vezes maior.

Foi utilizada dose menor para ver se era possível diminuir a necessidade de boro e zinco e, também, verificar se a dose média utilizada não tinha efeito tóxico. A dose 3, quatro vezes superior à dose 2, considerada normal, destinava-se a verificar o efeito tóxico possível do excesso, principalmente do boro. Julgou-se conveniente utilizar dose elevada também para verificar se a ausência do efeito, notada em experimentos anteriores, não poderia ser devida à fixação pelo solo, ou a lixiviação e lavagem provocada pelas fortes chuvas que tendem a ocorrer na estação das águas.

Os micronutrientes foram aplicados apenas uma única vez em 1980.

Utilizou-se a cultivar IAC 7, plantada a 17 de novembro de 1980 e a 20 de novembro de 1981. As sementes foram infectadas com estirpes de *Rhizobium* 29W e 587 selecionadas para os cerrados.

Nos dois anos de experimentação não foram utilizados defensivos e herbicidas, por não haver necessidade dos primeiros e por ter sido feita capina manual quando houve necessidade. (A ocorrência de invasoras foi diminuta).

Amostras de folhas com pecíolo, em 30 plantas, foram colhidas por ocasião da floração. Secas em estufa a 65°C por 72 horas no mínimo e até peso constante, foram analisadas em 1980/81 para cobre, ferro, manganês, zinco e, em 1981/82 para cobre, ferro, manganês, zinco, cálcio, magnésio e potássio.

Na análise do tecido, o processo de digestão das amostras foi por via úmida com ácido sulfúrico e água oxigenada. A determinação de Cu, Fe, Zn, Mn, Ca e Mg foi feita por espectrofotometria de absorção atômica, ou de P, pelo método de Murphy & Riley (1962) e a de K por fotometria de chama.

No ano agrícola de 1981/82, em virtude da diferença de tonalidade do verde das folhas, foram colhidas amostras de seis plantas por parcela, determinando-se o peso seco da parte aérea, o peso dos nódulos e o nitrogênio total por microkjedahl (Bremner & Keeney 1965).

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Teores de macro e micronutrientes nas folhas

Foram obtidos os seguintes teores dos macronutrientes em percentagem, nas análises foliares da soja em 1981/82: nitrogênio, 4,84; fósforo, 0,25; potássio, 1,67; cálcio, 1,12; e magnésio, 0,39 (Tabela 3).

TABELA 1. Composição granulométrica original do solo*.

Profundidade (cm)	Composição granulométrica			
	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa
0 - 20	44	9	42	5
21 - 40	47	9	39	5
41 - 60	54	6	36	4

* Solo virgem.

TABELA 2. Análises químicas do solo inicial e após o primeiro, segundo e terceiros cultivos (1980 - 1983).

Análises	Prof. (cm)	Amostragens*			
		Inicial	1980	1981	1982
pH em água	0-20	4,7	5,2	5,2	5,4
	21-40	4,6	5,6	4,9	5,3
	41-60	5,1	5,4	4,9	-
Al troc. (me/100 g)	0-20	0,0	0,0	0,1	0,0
	21-40	0,3	0,0	0,0	0,0
	41-60	0,0	0,0	0,0	-
Ca + Mg troc. (me/100 g)	0-20	0,1	2,0	1,7	1,8
	21-40	0,1	0,4	0,3	1,0
	41-60	0,1	0,5	0,2	-
P (ppm)	0-20	tr.	7,4	5,0	2,9
	21-40	tr.	0,7	0,6	0,9
	41-60	tr.	0,7	0,4	-
K (ppm)	0-20	16	40	46	22
	21-40	31	14	28	22
	41-60	9	8	26	-

* Inicial: solo virgem.

1980 - 1983: após 1^o, 2^o e 3^o cultivos, respectivamente.

tr. = traços.

Esses dados estão muito próximos dos níveis considerados mínimos (níveis críticos) em São Paulo por Trani et al. (1983) e que são: nitrogênio, 4,5; fósforo, 0,25; potássio, 1,70; cálcio, 1,0; magnésio, 0,40, e estão próximos ou dentro dos limites considerados suficientes nos EUA por Small Junior et al. (1973).

Os teores médios dos micronutrientes: cobre, ferro, manganês e zinco, obtidos nos dois anos de experimentos, e os níveis críticos para São Paulo, segundo Trani et al. (1983), e nos Estados Unidos, segundo Small Junior et al. (1973), encontram-se na Tabela 4.

Os teores de cobre, mesmo nas parcelas onde aplicação de cobre, foram muito inferiores ao considerado nível mínimo ou suficiente, sendo, em média, apenas a metade.

Ferro e manganês ocorreram em teores muito superiores ao considerado como mínimo em São Paulo, sendo que o ferro de 8 a 12, vezes mais, e o manganês, duas a três vezes mais.

Os teores de zinco foram fortemente influenciados pelas doses aplicadas, sendo que nos tratamentos sem zinco os teores foram 43% a 65% do teor considerado crítico por Trani et al. (1983), enquanto a dose de 12 kg/ha de sulfato de zinco

provocou teores próximos ou superiores ao nível crítico e as doses elevadas chegaram a superar em três vezes o nível crítico de 20 ppm de zinco.

Em 1981/82, os teores dos quatro micronutrientes foram superiores aos observados no ano agrícola de 1980/81, sendo que o teor de cobre foi pouco superior e os demais valores cerca de 50% maiores.

O teor de zinco nas folhas de soja em 1980/81 cresceu com as doses de sulfato de zinco. Enquan-

to a testemunha teve apenas 7,67 ppm, a dose 1 de sulfato de zinco ocasionou um teor de 19,22 ppm; a dose 2 aumentou para 24,75 ppm; e a dose 3 alcançou 43,82 ppm. O mesmo ocorreu em 1981/82, porém os teores de zinco foram maiores em todos os tratamentos. A testemunha teve 16,3 ppm de zinco, a primeira dose de zinco 28,4 ppm, a segunda dose 38,3 e a dose alta 63,2 ppm.

Os teores de cobre, ferro, manganês e zinco encontram-se na Tabela 5.

TABELA 3. Teores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio nas folhas da soja em função dos tratamentos (1981 - 1982).

Tratamentos	Cálcio	Magnésio	Fósforo	Potássio
	----- (%) -----			
Testemunha	1,03 ab	0,42 ab	0,26 ab	1,59 ab
Completo-FTE	1,09 ab	0,38 abcd	0,26 ab	1,68 ab
Completo-Sais	1,10 ab	0,32 de	0,26 ab	1,91 a
Cobre	1,31 a	0,44 a	0,23 bc	1,63 ab
Ferro	1,07 ab	0,44 a	0,25 abc	1,50 b
Manganês	1,00 ab	0,41 ab	0,25 abc	1,64 ab
Molibdênio	1,29 a	0,45 a	0,26 ab	1,59 ab
Zinco-1	1,14 ab	0,34 cde	0,24 abc	1,70 ab
Zinco-2	1,11 ab	0,34 bcde	0,26 ab	1,84 ab
Zinco-3	0,91 b	0,30 e	0,22 c	1,74 ab
Boro-1*	1,30 a	0,42 a	0,27 ab	1,69 ab
Boro-2*	1,26 a	0,45 a	0,28 a	1,68 ab
Boro-3*	1,02 ab	0,39 abc	0,24 abc	1,58 b
Médias	1,12	0,39	0,25	1,67

* Tratamentos aplicados em 1981. Demais tratamentos aplicados somente em 1980 antes do primeiro cultivo (trigo).

TABELA 4. Teores médios de micronutrientes, nas folhas de soja, em 1980/81 e 1981/82, e os teores críticos em São Paulo e nos Estados Unidos.

Sais com micronutrientes	Doses aplicadas em março de 1980 kg/ha	Teores de micronutrientes		Nível crítico em São Paulo*	Nível suficiente nos EUA**
		1980/81	1981/82		
		----- ppm -----			
Sulfato de cobre	0	4,78	4,42	10	10 - 30
	2	5,11	6,01		
Sulfato de ferro	0	396,57	620,78	50	51 - 350
	11,3	439,46	468,2		
Sulfato de manganês	0	51,35	74,92	20	21 - 100
	8,5	49,24	73,74		
Sulfato de zinco	0	10,22	15,08	20	21 - 50
	12,15	19,22	28,37		
	24,30	24,24	39,00		
	97,20	43,82	63,30		

* Trani et al. (1983).

** Small Junior et al. (1973).

TABELA 5. Teores de micronutrientes nas folhas da soja em resposta aos tratamentos aplicados - dados médios de dois anos (1981 e 1982).

Tratamentos	Cobre		Ferro		Manganês		Zinco	
	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82
Testemunha	4,5 a	4,1 b	350 a	239 a	53,2 abcde	87,1 ab	7,7 d	16,3 d
Completo-FTE	4,5 a	5,1 ab	378 a	188 a	44,8 de	65,2 de	23,9 b	38,8 b
Completo-Sais	5,0 a	6,5 a	378 a	707 a	46,0 ab	70,6 bcde	24,1 b	39,9 b
Cobre	5,9 a	6,4 a	440 a	404 a	64,0 a	79,1 abcd	9,8 d	13,9 d
Ferro	5,2 a	5,1 ab	562 a	511 a	65,0 abcd	78,4 abcd	8,8 d	14,2 d
Manganês	5,1 a	4,4 b	505 a	228 a	56,9 bcde	85,4 abc	8,7 d	15,6 d
Molibdênio	4,7 a	4,4 b	341 a	199 a	49,9 de	90,9 a	8,1 d	14,0 d
Zinco - dose 1	4,2 a	3,5 b	390 a	314 a	44,2 de	72,9 bcd	19,2 c	28,4 c
Zinco - dose 2	4,2 a	4,6 b	370 a	251 a	42,0 de	71,0 bcde	24,8 b	38,3 b
Zinco - dose 3	4,1 a	4,6 b	379 a	2.267 a	39,2 de	55,6 e	43,8 a	63,3 a
Boro - dose 1*		4,5 b		383 a		75,9 abcd		15,3 d
Boro - dose 2*		4,1 b		387 a		69,9 cde		17,0 d
Boro - dose 3*		4,8 b		1.536 a		68,4 cde		14,3 d
Médias	4,7	4,8	409	586	50,5	74,6	17,9	25,3

* Tratamentos aplicados em 1981. Demais tratamentos, aplicados somente em 1980 antes do 1º cultivo (trigo).

Teores de micronutrientes no solo

Os teores de fósforo, potássio, cálcio mais magnésio, manganês e zinco, nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, encontram-se na Tabela 6.

As amostras de solos colhidas nas profundidades de 0 a 20 cm, mesmo após três anos de aplicação de zinco e apesar de terem sido feitas três colheitas - uma de trigo, uma de soja e uma de arroz -, mostraram diferenças entre os tratamentos com e sem zinco. O mesmo não ocorreu com o manganês.

O teor médio das parcelas de tratamentos com zinco na camada superficial de 0 a 20 cm foi de 3,59 ppm, enquanto naquelas sem zinco foi de 1,85 ppm, ou seja, 94% maior. Na amostra profunda de 20 a 40 cm, os tratamentos com zinco tiveram 2,73 ppm, e os sem zinco, 1,95 ppm, ou seja, 40% a mais, ambas altamente significativas estatisticamente.

A diferença do teor de zinco no solo, na camada entre 20 e 40 cm de profundidade, entre as parcelas adubadas com esse elemento e as não-adubadas, mostra que o zinco percolou e que é importante serem feitas análises nessa camada.

Houve correlação entre o teor do zinco nas camadas de solo, com $r = 0,538$, altamente significativo.

O teor de manganês foi de 4,04 ppm na camada superficial de 0 a 20 cm, e de 1,48 ppm na profundidade de 20 a 40 cm, sendo que houve correlação positiva entre eles, com $r = 0,601$, altamente significativo.

Influência dos micronutrientes no rendimento

O zinco, no ano agrícola de 1980/81, foi o único micronutriente a influenciar significativamente a produção da soja. Os tratamentos com zinco produziram, em média, 1.887 kg/ha, enquanto os sem zinco produziram 979 kg/ha, ou seja: com zinco foram 92,7% maiores, conforme se pode ver na Tabela 7.

As doses de zinco afetaram a produção de soja. A menor produziu 1.738 kg/ha, a dose média que era o dobro da menor, produziu 1.828 kg/ha, enquanto a dose 3, oito vezes maior do que a primeira, alcançou o rendimento de 2.095 kg/ha.

O maior efeito foi devido à aplicação de zinco, pois mesmo na menor dose provocou um aumento de produção de 119% em relação à testemunha.

No ano agrícola de 1981/82, o efeito do zinco foi proporcionalmente menor. A média dos tratamentos com zinco foi de 4.702 kg/ha, enquanto a média daqueles sem zinco foi de 3.701 kg/ha, ou seja, o aumento no terceiro ano após sua aplicação foi de 29,4% em média (Tabela 7).

O efeito residual das doses em 1981/82 foi pequeno e não-significativo, mas o efeito de zinco no rendimento, em termos absolutos, foi importante, aumentando a produção em 1.087 kg/ha,

valor semelhante ao do ano anterior, de 908 kg/ha.

Os rendimentos obtidos no segundo ano foram aproximadamente o dobro do primeiro ano, graças a fatores favoráveis de clima. Possivelmente, eles diminuíram o efeito de zinco aplicado e permitiram à planta retirar o zinco existente no solo com maior eficiência e por isso o teor de zinco nas folhas foi maior em 1981/82 do que em 1980/81.

O exame conjunto dos dados de rendimento e teor de zinco nos dois anos mostra que o teor próximo a 23 ppm parece ser o nível crítico e suficiente para se obterem rendimentos próximos ao máximo.

TABELA 6. Teores de fósforo, potássio, cálcio mais magnésio, manganês e zinco, no solo, nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, em amostras colhidas em março de 1983, CPAC - Planaltina, DF.

Tratamentos	Profundidade da amostra	P-ppm	K ppm	Ca+ Mg me	Mn ppm	Zn ppm
Testemunhas	0-20	3,575	20,75	2,015	4,725 AB	1,900 D
	20-40	1,100	20,50	1,080	2,250 a	1,900 bc
FTE BR 12	0-20	3,275	23,50	1,840	4,625 AB	3,250 B
	20-40	1,075	19,50	0,920	1,500 abc	2,525 ab
Completo	0-20	4,600	24,75	1,895	5,425 A	3,125 BC
	20-40	1,000	23,50	1,010	1,475 abc	2,075 bc
Sulfato de cobre	0-20	2,500	22,33	1,920	4,300 AB	1,833 D
	20-40	0,733	19,33	0,900	1,266 abc	1,700 bc
Sulfato de ferro	0-20	2,700	21,75	1,695	4,400 AB	1,725 D
	20-40	0,975	21,75	1,020	1,825 abc	2,200
Sulfato de manganês	0-20	2,675	22,75	1,785	4,650 AB	1,825 D
	20-40	0,825	24,00	0,915	2,050 ab	1,400 C
Molibdato de sódio	0-20	2,200	23,25	1,750	3,975 AB	1,850 D
	20-40	0,700	23,75	0,995	1,275 abc	2,200 bc
Sulfato de zinco dose 12,2 kg/ha	0-20	2,975	20,75	1,720	3,100 B	2,175 CD
	20-40	0,900	24,75	0,950	1,075 bc	2,850 ab
Sulfato de zinco dose 24,3 kg/ha	0-20	3,200	22,50	1,845	3,925 AB	3,225 B
	20-40	1,125	24,50	1,075	1,875 abc	2,650 ab
Sulfato de zinco dose 97,2 kg/ha	0-20	3,475	19,50	1,830	3,150 B	6,175 A
	20-40	0,850	19,75	6,925	0,875 C	3,550 a
Bórax dose 5,75 kg/ha	0-20	2,675	22,50	1,855	3,775 AB	2,100 CD
	20-40	0,725	21,00	0,920	1,250 abc	2,150 bc
Bórax dose 11,5 kg/ha	0-20	2,250	20,00	1,800	3,400 B	1,575 D
	20-40	0,800	24,00	0,935	1,300 abc	2,300 bc
Bórax dose 46 kg/ha	0-20	2,025	20,25	1,640	3,150 B	2,025 D
	20-40	0,700	20,00	1,030	1,300 abc	1,750 bc
Média	0-20	2,933	21,89	1,815	4,046	2,522
	20-40	0,885	22,02	0,975	1,486	2,250
Significação estatística		NS	NS	NS		

As médias com as mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan a nível de 5%. Letras maiúsculas para amostra de 0 a 20 cm e minúsculas para amostras de 20 a 40 cm.

TABELA 7. Efeito da aplicação de doses de zinco no rendimento da soja e no seu teor nas folhas e no solo.

Tratamentos* Doses de zinco**	Rendimento		Teor nas folhas		Teor no solo***	
	1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	0 - 20 cm	20 - 40 cm
	----- kg/ha -----		----- ppm -----			
0 kg/ha zinco	976	3.703	8,65	13,28	1,8	1,9
2,56 kg/ha zinco	1.738	4.872	19,22	28,37	2,2	2,8
5,12 kg/ha zinco	1.868	4.702	24,24	38,96	3,2	2,5
20,49 kg/ha zinco	2.095	4.962	43,82	63,25	6,2	3,6

* Incluem todos os tratamentos com a dose de zinco indicada.

** Dose aplicada em março de 1980.

*** Amostras colhidas em março de 1983.

O zinco tornou o ciclo da planta 15 dias mais longo, em todos os tratamentos, em comparação com os sem zinco nos dois anos agrícolas, possivelmente, influenciando, de maneira favorável, no rendimento.

Os dados de rendimento analisados estatisticamente não mostraram significação para outros micronutrientes, a não ser para o zinco (Tabela 8).

Há indicação de que o boro, em 1981/82, influenciou negativamente o rendimento da soja nos tratamentos com doses isoladas de boro, embora as diferenças não sejam significativas (Tabela 8).

TABELA 8. Rendimento de grãos da soja em 1981 e 1982, em relação aos tratamentos com micronutrientes aplicados ao solo antes do primeiro cultivo (trigo).

Tratamentos	1980/81	1981/82
	----- (kg/ha) -----	
Testemunha	830 c	4.328 abcd
Completo-FTE	1.810 ab	4.582 abc
Completo-Sais	1.965 a	4.686 abc
Cobre	1.140 bc	3.777 bc
Ferro	916 c	3.484 d
Manganês	928 c	3.451 d
Molibdênio	1.080 bc	3.399 d
Zinco-1	1.738 ab	4.872 a
Zinco-2	1.828 ab	4.839 ab
Zinco-3	2.095 a	4.962 a
Boro-1*		4.011 abcd
Boro-2*		3.686 cd
Boro-3*		3.472 d
Médias	1.433	4.119

* Tratamentos aplicados em 1981. Demais tratamentos aplicados somente em 1980.

Cabe ressaltar que em 1981/82 o bórax foi aplicado no sulco antes do plantio da soja, e a sua concentração local ficou maior no primeiro ano de aplicação. O efeito residual provavelmente seria diferente, porque a concentração se diluiria com o preparo do solo.

No tratamento com FTE, em que o boro foi aplicado ao solo nos sulcos da semeadura do trigo, a 20 cm de intervalo, e que depois da colheita do trigo foi incorporado por enxada rotativa, homogeneizando a sua distribuição, aparentemente não houve diminuição de rendimento em 1980/81 e em 1981/82.

Correlação de análises foliares.

Foram calculados coeficientes de correlação simples entre rendimento e teores de cobre, ferro, manganês e zinco nas folhas, no ano agrícola 1980/81. Os resultados estão na Tabela 9. O mesmo foi feito para os dados da safra 1981/82, incluindo-se os teores de cálcio, magnésio, fósforo e potássio (Tabela 10).

Nos dois anos agrícolas, houve correlação positiva do rendimento com zinco e negativa com o manganês.

No ano agrícola 1981/82, houve correlação positiva do rendimento com o potássio com um valor baixo, e negativa com o magnésio com maior intensidade $r = 0,596$.

O teor de zinco nas folhas correlacionou negativamente com os teores de manganês nos dois anos agrícolas ($r = -0,502$ e $r = -0,444$), e com magnésio em 1981/82 ($r = -0,665$).

A correlação negativa entre manganês e rendimento anula-se nos dois anos quando pela correlação parcial se elimina o efeito do zinco, pelo fato de alguns teores de zinco e manganês estarem correlacionados negativamente.

TABELA 9. Coeficiente de correlação entre rendimento e teores de micronutrientes nas folhas de soja, em experimento avaliando o efeito residual da adubação com micronutrientes. Ano agrícola 1980/81.

	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
Rendimento*	-0,263	-0,228	<u>0,358</u>	<u>0,758</u>
**	0,059	0,105	0,009	0,001
Cobre	-	<u>0,302</u>	<u>0,455</u>	-0,250
		0,029	0,001	0,073
Ferro		-	<u>0,299</u>	-0,131
			0,031	0,353
Manganês			-	<u>-0,502</u>
				0,001

* Coeficiente de correlação.

** Probabilidade de não haver correlação.

Os valores sublinhados são significativos com a probabilidade indicada.

Em 1981/82, a correlação positiva entre rendimento e teor de zinco de $r = 0,594$ ($r^2 = 0,35$) diminuiu para $r = 0,527$ ($r^2 = 0,27$), quando pela correlação parcial eliminou-se o efeito do manganês, reduzindo-se também quando se eliminou o efeito do magnésio $r = 0,329$ ($r^2 = 0,108$), e diminuindo mais ainda quando foram eliminados os efeitos de manganês e magnésio simultaneamente $r = 0,2368$ ($r^2 = 0,056$), praticamente anulando o efeito do zinco no rendimento.

Esses dados mostram que o efeito do zinco favorável ao rendimento causou também a redução nos teores de manganês e magnésio.

A influência do zinco nos teores de manganês e magnésio é independente de um e de outro, como indica o baixo valor da correlação dos teores de manganês e magnésio $r = 0,183$ ($r^2 = 0,033$) em comparação com as correlações de $r = 0,444$ ($r^2 = 0,2$) e $r = 0,665$ ($r^2 = 0,44$), respectivamente.

Os teores de cobre correlacionaram positivamente com os de manganês e ferro em 1980/81, mas não houve correlação em 1981/82.

Em 1981/82, o magnésio correlacionou positivamente com o cálcio e negativamente com o potássio, mas em valores baixos.

TABELA 10. Coeficiente de correlação entre rendimento e teores de micronutrientes nas folhas de soja em experimento avaliando o efeito residual da adubação com micronutrientes. Ano agrícola 1981/82.

	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	Cálcio	Magnésio	Fósforo	Potássio
Rendimento*	-0,035	0,078	-0,335	<u>0,594</u>	-0,092	<u>-0,596</u>	-0,189	<u>0,329</u>
**	0,807	0,583	0,015	0,001	0,516	0,001	0,180	0,017
Cobre	-	-0,108	-0,066	0,167	0,148	-0,027	-0,074	0,337
		0,447	0,641	0,238	0,296	0,852	0,602	0,014
Ferro		-	0,058	0,113	-0,014	<u>-0,387</u>	-0,231	<u>-0,293</u>
			0,683	0,423	0,920	0,004	0,100	0,035
Manganês			-	<u>-0,444</u>	0,240	0,183	0,264	-0,241
				0,001	0,087	0,193	0,058	0,086
Zinco				-	-0,215	<u>-0,665</u>	-0,145	<u>0,447</u>
					0,125	0,001	0,304	0,001
Cálcio					-	<u>0,348</u>	0,163	-0,044
						0,012	0,249	0,757
Magnésio						-	0,167	<u>-0,352</u>
							0,236	0,010
Fósforo							-	-0,017
								0,905

* Coeficiente de correlação.

** Probabilidade de não haver correlação.

Os valores sublinhados são significativos com a probabilidade indicada.

Correlações da análise de solos, análises foliares e rendimentos

O zinco foi o único elemento que apresentou correlação quanto a seus teores no solo e nas folhas, e quanto ao rendimento.

O rendimento em 1981/82 correlacionou positivamente os teores de zinco no solo na camada de 0,20 cm ($r = 0,460$) e na camada de 20 a 40 cm ($r = 0,38$), além do teor de zinco nas folhas já mencionado ($r = 0,59$).

Houve correlação entre o teor de zinco nas folhas e no solo na camada de 0 - 20 cm ($r = 0,79$) e na camada de 20 - 40 cm ($r = 0,50$).

Zinco e nitrogênio

Nos dois anos do experimento era evidente o efeito do zinco no desenvolvimento das plantas e no verde mais escuro na sua folhagem, o que motivou a hipótese de que o zinco tivesse efeito na fixação de nitrogênio.

Encontram-se, na Tabela 11, os parâmetros analisados para verificar o efeito do zinco na simbiose. Observa-se que o peso da parte aérea aumentou significativamente em todos os tratamentos com zinco.

As médias dos tratamentos com zinco tiveram o peso da parte aérea de 20,32 g/6 plantas contra 14,12 g/6 plantas sem zinco. Não houve diferenças

significativas na percentagem de nitrogênio da parte aérea, evidenciando que o zinco não teve influência direta na eficiência das estirpes em fixar o N_2 , o que comprova os resultados de Franco (1978). O aumento do peso nos nódulos e do teor de N total nos tratamentos com zinco foi em consequência do melhor estado nutricional das plantas que tiveram um maior desenvolvimento.

Nota-se, entretanto, que em nenhum dos três parâmetros analisados houve influência das doses de zinco quanto a nitrogênio. A menor dose de zinco já foi suficiente para um máximo de peso da parte aérea, do nitrogênio total e do peso dos nódulos.

Níveis críticos e regressões

Os teores de zinco nas folhas em 1980/81 variaram de 5,7 a 47 ppm e em 1981/82, de 11 a 84 ppm. No solo, após a colheita da safra de 1981/82, variaram de 1,1 a 8,2 ppm nas amostras colhidas de 0 a 20 cm de profundidade (Fig. 1 e 2).

O nível crítico observado para o teor de zinco nas folhas em relação ao rendimento foi de 23 ppm, que é um valor próximo a 20 ppm considerado como crítico para o Estado de São Paulo, citado por Trani et al. (1983), e suficiente nos Estados Unidos, segundo Small Junior et al. (1973).

TABELA 11. Efeito residual de micronutrientes, aplicados em março de 1980 no peso da parte aérea, ao nitrogênio total, percentagem de nitrogênio e no peso dos produtos, no ano agrícola 1980/81.

Tratamento	Peso parte aérea (g/6 plantas)	Nitrogênio total (mg/6 plantas)	Nitrogênio %	Peso de nódulos secos mg
Testemunha	12,1 e	349,0 d	2,88 a	535,0 b
FTE BR 12, (60 kg/ha) B, Ca, Fe, Mn, Mo, Zn	20,8 ab	647,7 ab	3,05 a	839,0 ab
Completo ¹ Cu, Fe, Mn, Mo, Zn	19,2 abc	541,2 abcd	2,82 a	879,5 ab
Sulfato de cobre (2 kg/ha)	17,0 bcde	569,5 abc	3,37 a	571,0 b
Sulfato de ferro (11,3 kg/ha)	14,6 cde	439,0 bcd	3,03 a	514,0 b
Sulfato de manganês (8,5 kg/ha)	14,4 cde	460,2 bcd	3,16 a	679,0 ab
Molibdato de sódio (0,2 kg/ha)	12,5 e	367,5 cd	2,93 a	559,0 b
Sulfato de zinco (12,2 kg/ha)	19,3 abc	547,0 abcd	2,82 a	828,7 ab
Sulfato de zinco (24,4 kg/ha)	23,7 a	694,2 a	2,94 a	1055,0 a
Sulfato de zinco (97,2 kg/ha)	18,6 abcd	524,7 abcd	2,79 a	824,7 ab

¹ No tratamento completo, os micronutrientes foram aplicados usando-se os mesmos sais aplicados individualmente e nas mesmas dosagens.

Os tratamentos seguidos com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5%.

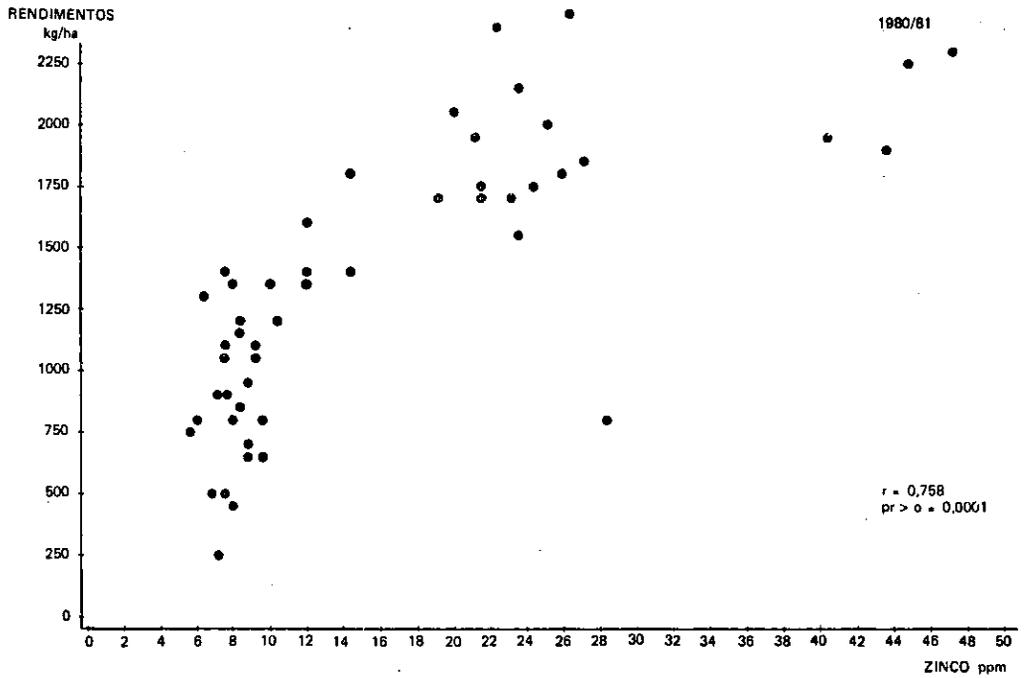


FIG. 1. Teor de zinco nas folhas de soja e o rendimento de grãos, em solo de cerrado, 1980/81, Planaltina, DF.

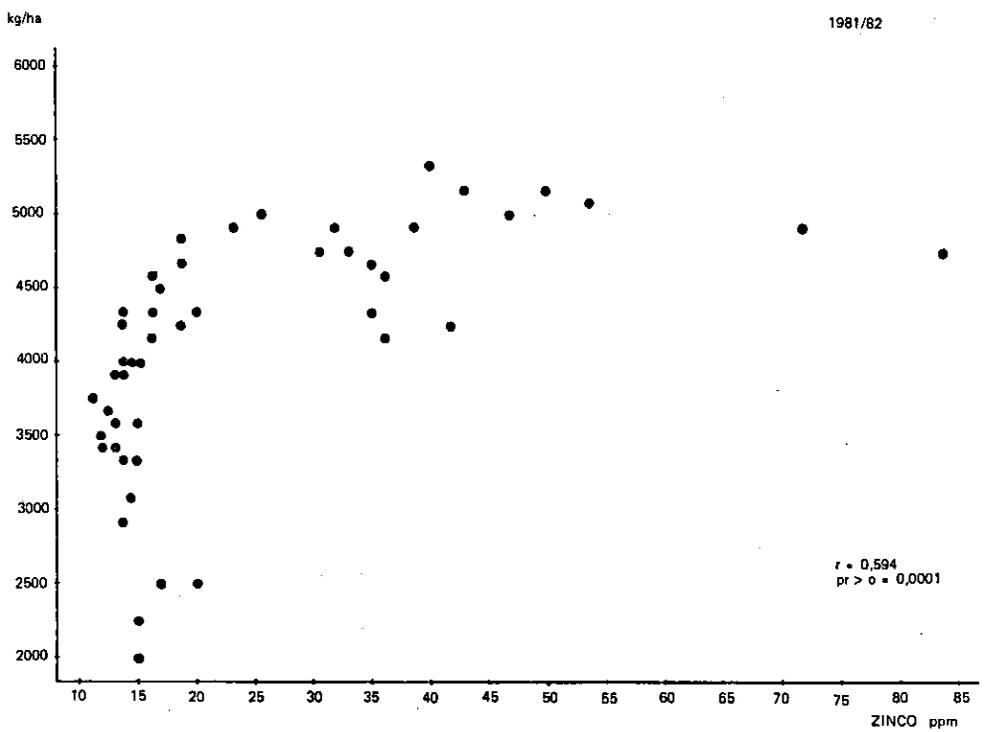


FIG. 2. Teor de zinco nas folhas de soja e o rendimento de grão, em solo de cerrado 1981/82. Planaltina, DF.

A regressão linear positiva entre o teor de zinco na folha e no solo indicou que, 11 ppm na folha correspondiam a 1,55 ppm no solo, da camada de zero a 20 cm, e para o nível crítico de 23 ppm na folha, o valor de 2,35 ppm no solo (Fig. 3). A Fig. 4 mostra que acima de 2,35 ppm no solo os rendimentos foram, em geral, maiores de 4.500 kg/ha, indicando esse valor como crítico.

Os teores de manganês nas folhas de soja, que variaram de 35 a 80 ppm em 1980/81 e de 45 a 105 ppm em 1981/82 mostraram associação negativa com os rendimentos em grãos e pela regressão linear verificou-se que, em 1980/81 o maior teor de manganês correspondeu a um rendimento 47% menor do que o rendimento correspondente ao teor mínimo. Em 1981/82 a relação foi no mesmo sentido mas de menor intensidade relativa. Ao teor máximo de manganês correspondeu um decréscimo de rendimento de 24%. Em termos de valores absolutos, em 1980/81, a diferença de rendimento da soja correspondente aos valores mínimo e máximo de manganês foi de 758 kg/ha, e em 1981/82 foi de 1.104 kg/ha (Fig. 5 e 6).

Os teores de magnésio nas folhas em 1981/82 variaram de 0,28% a 0,52%, mostrando uma associação negativa com o rendimento; e pela

regressão linear verificou-se que o maior teor de magnésio nas folhas correspondeu um rendimento 34% menor do que o correspondente teor mínimo observado, o que, em kg/ha, representou 1.602 kg/ha. Embora a regressão linear seja significativa, há uma indicação de que o teor de 0,4% de magnésio seja um nível crítico acima do qual os rendimentos decrescem (Fig. 7).

Os teores de potássio nas folhas, em 1981/82, variaram de 1,37% a 2,25% e em associação positiva com os rendimentos. Pela regressão linear, verificou-se que para um teor de 1,40% ocorreu um rendimento 22% menor do que com o teor de 2,25% de potássio, o que correspondeu a 1.083 kg/ha. Há uma indicação, nos dados, de que o limite crítico seja de 1,7%, acima do qual os rendimentos são mais elevados (Fig. 8).

RESULTADOS

O principal resultado a ser utilizado pelos produtores foi ter-se verificado que, através da análise foliar, é possível estabelecer critério para identificar a deficiência de zinco, o que, pelos sintomas visuais, não seria possível, em condições de lavoura.

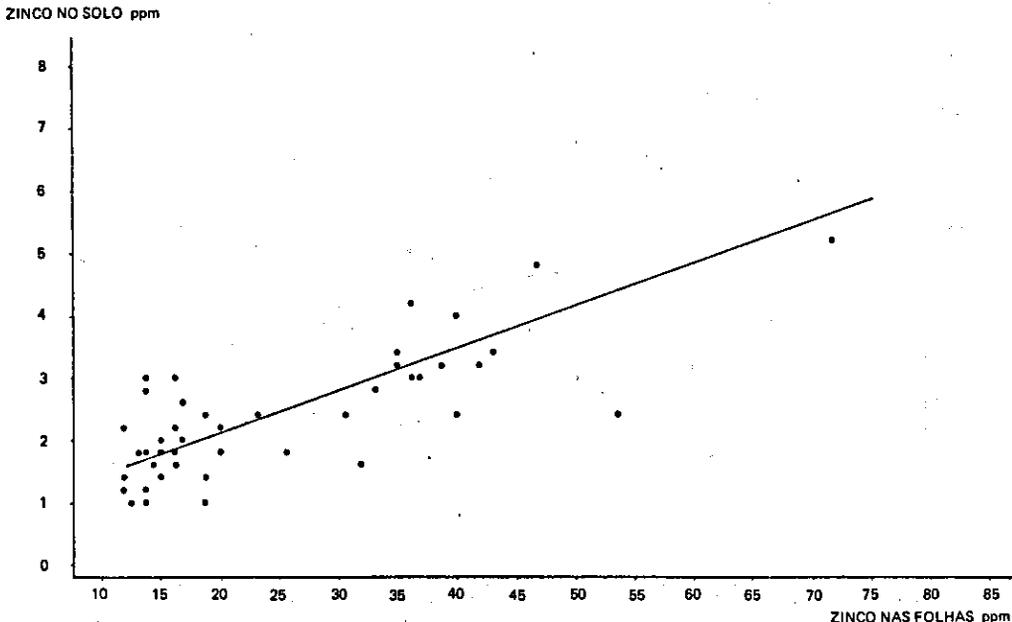


FIG. 3. Teor de zinco no solo e nas folhas de soja, 1981/82. Planaltina, DF.

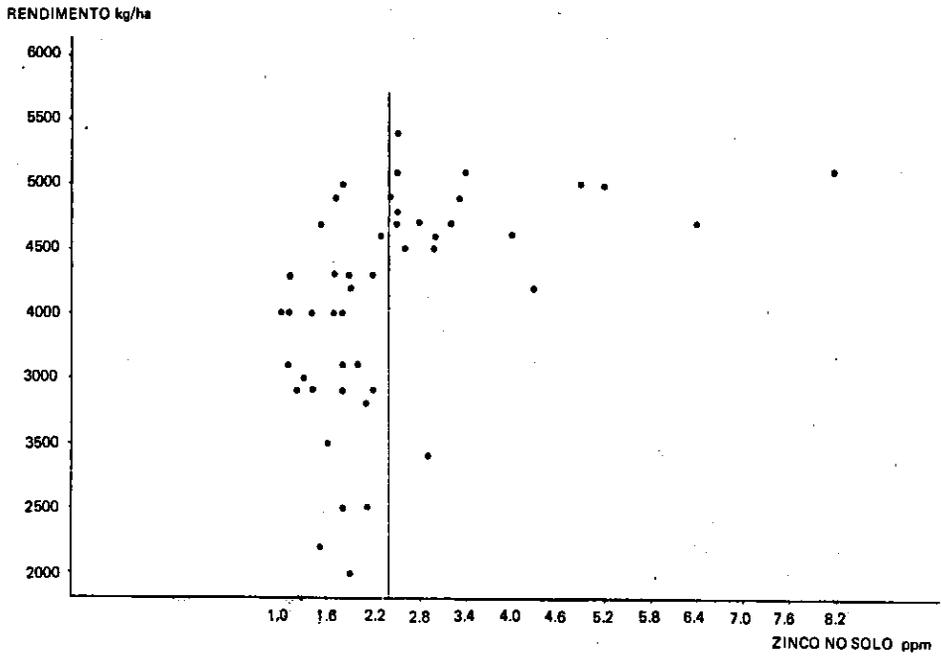


FIG. 4. Rendimento de soja e teor de zinco em solo de cerrado. Planaltina, DF.

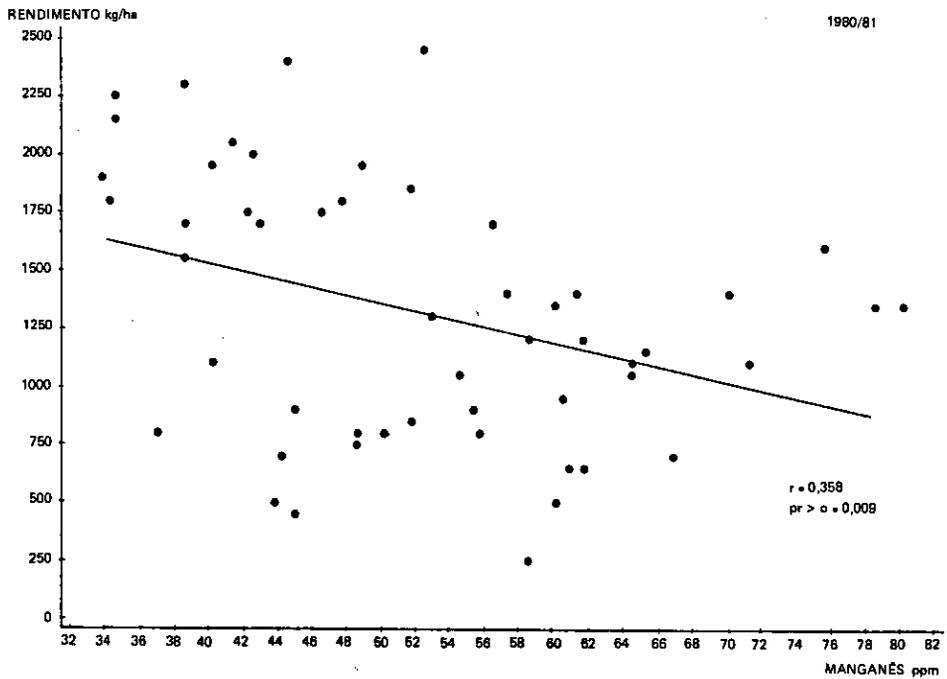


FIG. 5. Rendimento e teor de manganês, nas folhas de soja, 1980/81, Planaltina, DF.

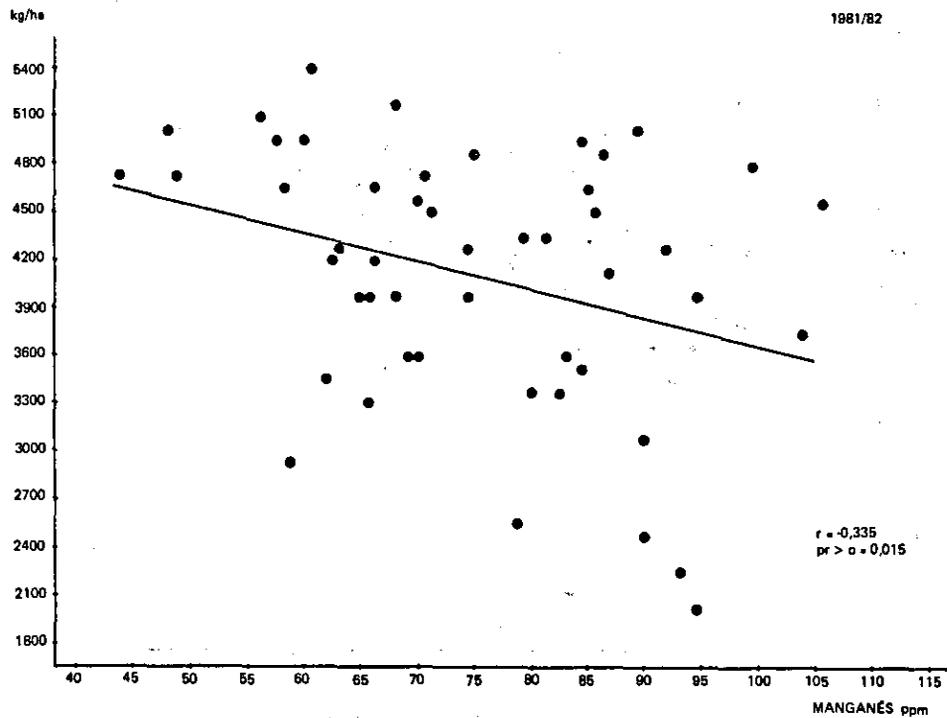


FIG. 6. Rendimento e teor de manganês, nas folhas de soja, 1981/82, Planaltina, DF.

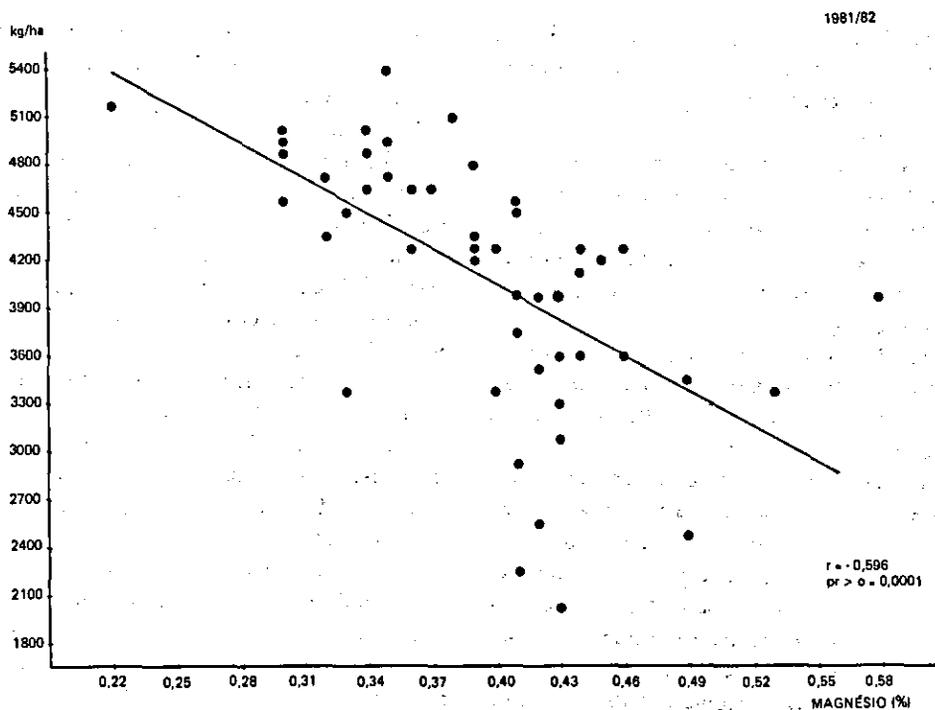


FIG. 7. Rendimento e teor de magnésio, nas folhas de soja, 1981/82, Planaltina, DF.

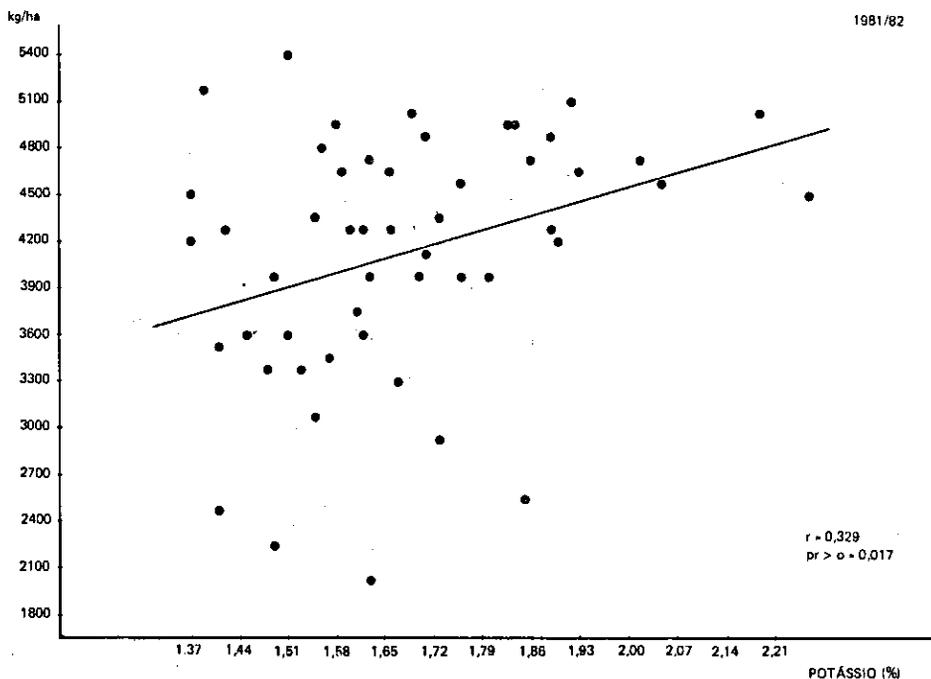


FIG. 8. Rendimento e teor de potássio, nas folhas de soja, 1981/82, Planaltina, DF.

A regressão negativa entre os teores de zinco e manganês mostra que para o nível crítico de 23 ppm de zinco correspondeu o valor de 75,6 ppm de manganês, em 1981/82 (Fig. 9).

A regressão dos teores de zinco e magnésio foi negativa. A teores de magnésio crescentes ocorreram valores de zinco muito pequenos, de 11 ppm. Ao nível crítico de zinco de 23 ppm para o rendimento da soja correspondeu um teor de 0,41% de magnésio (Fig. 10).

A regressão negativa de magnésio e potássio mostra que o valor de 0,30% de magnésio corresponde a 1,78% de potássio, e 0,52% de magnésio a 1,53% de potássio (Fig. 11).

Os sintomas de deficiência de zinco, no experimento, eram muito evidentes comparando-se com as parcelas que não receberam zinco, pelo menor desenvolvimento das plantas, pelo retardamento vegetativo e pela cor verde clara. Caso não houvesse as parcelas com zinco para comparação, esses sintomas seriam provavelmente atribuídos à falta de nitrogênio, a outros problemas de fertilidade do solo, ou a condições de clima.

O nível crítico de zinco, de 23 ppm, concorda com os resultados obtidos em São Paulo e nos Estados Unidos, que consideram o nível crítico de 20 ppm.

A diferença de rendimento foi muito elevada, em face das condições de clima, nos dois anos do experimento. Em 1980/81, ocorreu um longo veranico de mais de 30 dias, que prejudicou o desenvolvimento da soja. Em 1981/82, o clima foi favorável e o desenvolvimento da soja foi muito bom. Em ambas as condições, o efeito do zinco foi semelhante, tendo promovido um aumento de cerca de 1.000 kg/ha, em termos absolutos, embora em rendimento relativo ele foi muito maior no ano de seca, quando aumentou o rendimento em 92,7%, ao passo que, no ano normal, aumentou 29,4%.

Cabe destacar a importância da análise foliar, que permitiu identificar uma deficiência de zinco responsável por uma diminuição de rendimento de 1.000 kg/ha, em parcelas com rendimento de cerca de 3.000 kg/ha onde não se esperavam deficiências.

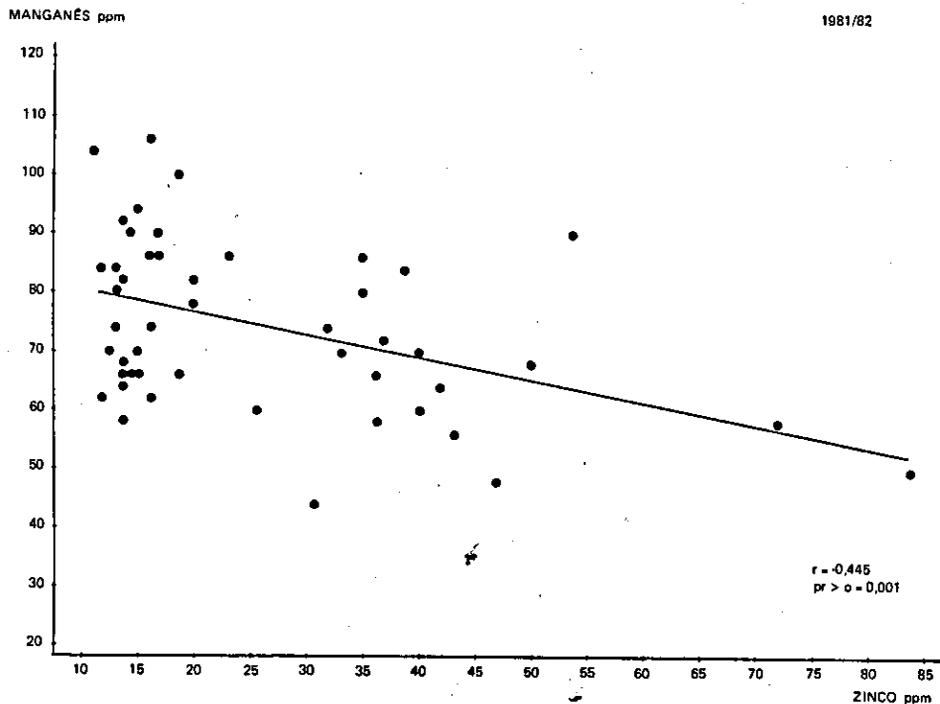


FIG. 9. Teor de manganés e zinco, nas folhas de soja, 1981/82, Planaltina, DF.

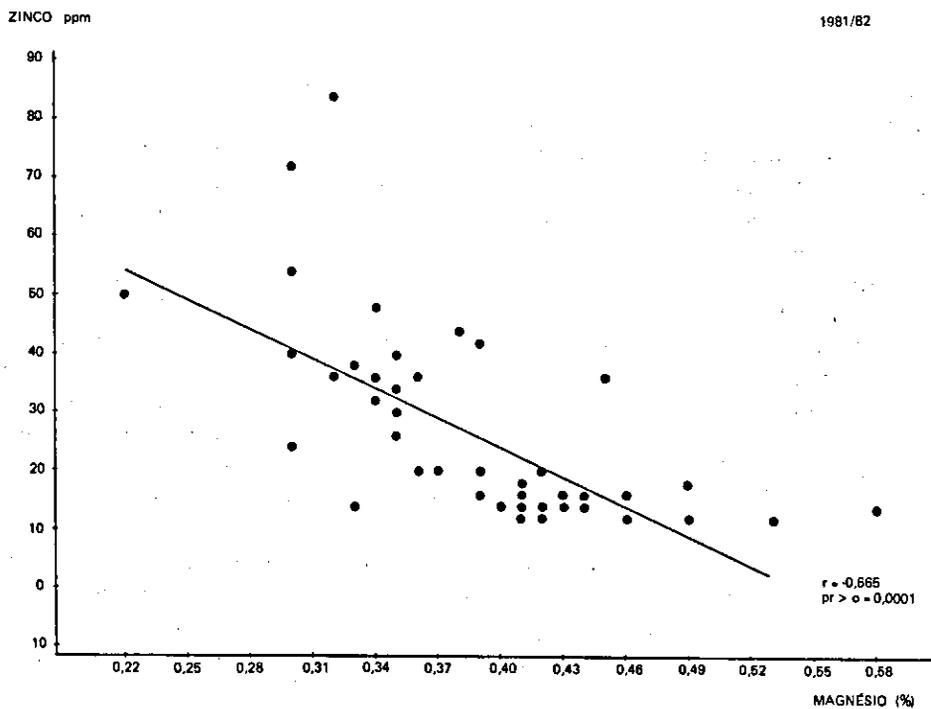


FIG. 10. Teor de zinco e magnésio, nas folhas de soja, 1981/82, Planaltina, DF.

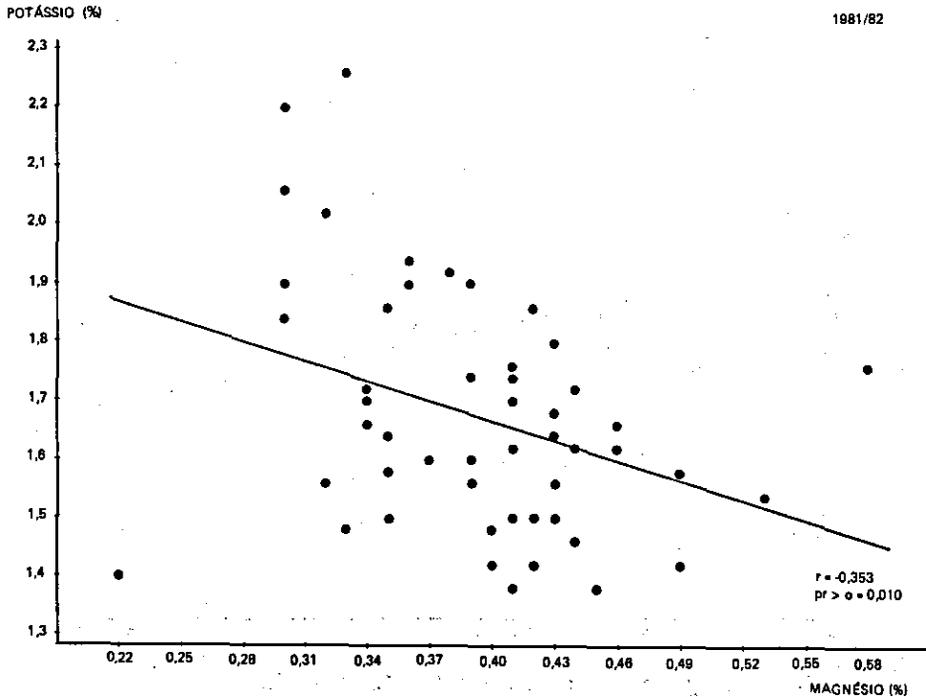


FIG. 11. Percentagens de potássio e magnésio, em folhas de soja, 1981/82. Planaltina, DF.

A relação custo/benefício da aplicação de zinco foi altamente favorável. Utilizando-se a dose média de 24,4 kg/ha de sulfato de zinco, o aumento de produção na soja nos dois anos foi de 1.995 kg/ha. Aos preços de janeiro de 1985, no Distrito Federal, onde 1 kg de sulfato de zinco custava Cr\$ 3.000 e 1 kg de soja Cr\$ 566, o custo do sulfato de zinco seria de Cr\$ 73.200, e o valor da soja, de Cr\$ 1.129.170. Para pagar o custo do sulfato de zinco, seria suficiente um aumento de rendimento de 130 kg/ha de soja em um ano.

Os teores dos micronutrientes: cobre, ferro, manganês e zinco nas folhas foram maiores no ano favorável à soja (1980/82) do que no ano com seca (1980/81), especialmente o manganês (51%) e o zinco (58%), o que evidencia o efeito do clima e a necessidade de, ao interpretar os resultados da análise foliar, levar em conta esse fator.

O maior teor de zinco nas folhas, em 1981/82, mesmo nas parcelas sem zinco, ocasionou rendimento mais elevado.

Os outros micronutrientes não influenciaram os rendimentos, mas a análise foliar permitiu identificar pontos importantes para futuras pesquisas.

O cobre não fez nenhum efeito no rendimento, mas uma comparação dos teores obtidos nas folhas mostrou que mesmo nas parcelas adubadas não foi alcançado o nível crítico considerado como mínimo, que é de 10 ppm para São Paulo (Trani et al. 1983), enquanto os valores encontrados foram de no máximo de 6,5 ppm o que mostrou a necessidade de se experimentar doses maiores de cobre, porque, não tendo atingido o mínimo necessário, é natural que não tenha havido aumento de rendimento pela aplicação de cobre.

Pelos resultados das análises foliares pode-se observar uma interação entre os micronutrientes. O aumento de um deles corresponde, muitas vezes, à diminuição de outros, mostrando que há necessidade de uma análise ampla para se poder compreender a influência de cada um. Isto ficou evidente quando se analisou o efeito do zinco, que

diminuiu quando se eliminou o efeito do manganês ou do magnésio e que ficou quase nulo quando foram eliminados simultaneamente o efeito do manganês e do magnésio.

CONCLUSÕES

1. O zinco foi o único micronutriente a influenciar muito o rendimento, sendo que, no primeiro ano, em 92,7%, e no segundo ano em 29,4% o que representou 908 kg/ha no primeiro ano e 1.087 no segundo ano.

2. A análise foliar permitiu caracterizar a influência do zinco no rendimento, o que não foi possível pelos sintomas de deficiência, que seriam confundidos com outras causas, não fora a presença de parcelas com e sem zinco.

3. É recomendável fazer análise do zinco nas folhas para verificar se o seu conteúdo é o suficiente para a planta produzir o máximo.

4. O nível crítico de zinco, nas folhas, para o máximo de rendimento, foi ao redor de 23 ppm, e o crítico no solo, que correlacionou com o das folhas, foi de 2,35 ppm.

5. Os teores de zinco nas folhas correlacionaram com o rendimento, e negativamente com os teores de manganês e magnésio nas folhas. A correlação positiva do rendimento com o zinco ficou nula ao se fazer a correlação parcial, eliminando-se o efeito negativo do manganês e do magnésio, mostrando uma forte interação entre os efeitos desses micronutrientes e a importância de, ao se interpretar os resultados de análise foliar, se considerar a interação entre os vários micronutrientes.

6. A aparência das plantas com deficiência de zinco era de deficiência de nitrogênio, mas verificou-se que o zinco não teve efeito direto na eficiência da simbiose, sendo que o aumento no peso dos nódulos e no teor total do nitrogênio foi consequência do melhor estado nutricional das plantas.

7. Os teores de manganês e cobre nas folhas foram influenciados pela adubação. Os de cobre foram inferiores ao que é considerado satisfatório, mesmo nas parcelas adubadas, mostrando a necessidade de se pesquisar doses mais elevadas para uma conclusão sobre a sua possível influência no rendimento.

8. Há evidência de que o teor de 0,4% de magnésio nas folhas constitui um nível crítico acima do qual os rendimentos decrescem, tendo ocorrido uma correlação negativa com os teores de potássio, os quais acima de 1,7% ocorreram com rendimentos mais elevados.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Levantamento semidetalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura do Distrito Federal. Rio de Janeiro, 1966. 135p. (Boletim, 8)
- BREMNER, J.M. & KEENEY, D.R. Steam distillation methods for determination of ammonia, nitrate and nitrite. *Anal. Chim. Acta*, 32:485-95, 1965.
- FRANCO, A.A. Micronutrient requirements of legume *Rhizobium* symbioses in the tropics. In: DÖBEREINER, J.; BURRIS, R.H. & HOLLAENDER, A. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics. Washington, Associated Universities, 1978. p.161-71.
- MURPHY, J. & RILEY, J.P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27:31-6, 1962.
- SILVA, A.R. da & ANDRADE, J.M.V. de. A cultura do trigo nas várzeas de Minas Gerais; possibilidades e dificuldades. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1979. 68p. (EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 2)
- SILVA, A.R. da & ANDRADE, J.M.V. de. Efeito de micronutrientes no chochamento do trigo de sequeiro e nas culturas de soja e arroz, em Latossolo Vermelho-Amarelo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(6): 593-601, jun. 1983.
- SILVA, A.R. da & ANDRADE, J.M.V. de. A esterilidade masculina do trigo (chochamento) e o seu controle pela aplicação de micronutrientes no solo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cercados, Planaltina, DF. Trabalhos com trigo, cevada e triticale no CPAC, em 1981. Planaltina, 1982. Trabalhos apresentados na VIII Reunião Anual da Comissão Norte Brasileira de Pesquisa de Trigo, Belo Horizonte, MG, 1982.
- SILVA, A.R. da; ANDRADE, J.M.V. de & SANTOS, H.P. O "Chochamento" do trigo e suas possíveis soluções. *Ci. e Cult.*, 32(1): 72-80, 1980.
- SMALL JUNIOR, H.G.; OHLROGGE, A.J.; WALSH, L.M. & BEATON, J.D. Plant analysis as an aid in fertilizing soybeans and peanuts In: SOIL testing and plant analysis. Madison, Wis., Soil Sci. Soc. Am., 1973. p.315-28.
- TRANI, P.E.; HIROCHE, R. & BATAGLIA, O.C. Análise foliar; amostragem e interpretação. s.l., Fund. Cagil, 1983. 18p.