

EFEITO DE FONTES DE ZINCO NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO MILHO EM UM SOLO SOB CERRADO (¹)

E.Z. GALRÃO (²) & M.V. DE MESQUITA FILHO (²)

RESUMO

Avaliou-se, em condições de casa de vegetação, a eficiência de três fontes de zinco, através da produção de matéria seca de milho cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, usando-se o esquema fatorial 2 x 3 x 5, ou seja, dois níveis de calcário: 1,0 e 2,6t/ha; três fontes de zinco: sulfato, óxido e fritas "Fritted trace elements", e cinco níveis de zinco: 0,0, 1,25, 2,50, 5,00 e 10,00 ppm, dispostos em blocos ao acaso, com três repetições. Não houve diferença significativa das fontes em relação à produção de matéria seca, aos teores de zinco no solo e à absorção do zinco pelo milho. O tratamento sem zinco apresentou a menor produção de matéria seca e diferiu significativamente dos demais. O calcário provocou aumento na produção de matéria seca e diminuição na absorção do zinco pelo milho.

SUMMARY: EFFECT OF SOURCES OF ZINC ON THE DRY MATTER PRODUCTION OF CORN IN A CERRADO SOIL

To evaluate the efficiency of zinc sources on the dry matter production of corn, a greenhouse experiment was conducted on a Red Yellow Latosol (Acrustox), clay texture, originally under "cerrado" vegetation.

A 2x3x5 factorial lay-out was used with two levels of lime (1.0 and 2.6 tons of lime/ha), three sources of zinc (sulfate, oxide and FTE "Fritted trace elements") and five levels of zinc (0.0; 1.25; 2.50; 5.00 and 10.00 ppm), arranged in randomized complete blocks with three reapplications.

There were no significant differences among the zinc sources in the production of dry matter, in relation to the zinc concentration in the soil, and to the zinc absorption by corn plants. The treatment without zinc showed the lowest dry matter production and was significantly different from the others.

The lime levels increased the dry matter production and decreased the zinc absorption by corn plants. .

INTRODUÇÃO

A grande maioria dos solos sob cerrado são deficientes em zinco (Lopes, 1975). Resultados de pesquisas neles realizadas têm mostrado respostas de diferentes culturas à aplicação desse micronutriente (Galrão & Lopes, 1980). As fontes mais comumente usadas no suprimento de zinco são o sulfato, o óxido e as fritas, "fritted trace elements" (FTE), nas suas várias formulações. Entretanto, não se tem conhecimento da eficiência relativa dessas fontes.

O objetivo deste trabalho é determinar a eficiência do sulfato, do óxido de zinco e da frita "Fritted trace elements" FTE BR-12, através da produção de matéria seca do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, fase cerrado (Brasil, 1966), do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), Planaltina (DF).

O solo, coletado da camada superficial (0-20cm), apresentou 70% de argila e as seguintes características químicas: pH 4,6; 0,4 meq/100ml de Al^{+3} trocável; 0,3 meq/100ml de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$; 53% de saturação de alumínio e 1,0; 21,0 e 0,7 ppm de P, K e Zn respectivamente. Foi utilizado o esquema fatorial 2 x 3 x 5 (dois níveis de calcário, três fontes e cinco níveis de zinco), dispostos em blocos ao acaso, com três repetições.

Os níveis de calcário corresponderam a 1,0 e 2,6t/ha. As fontes de zinco foram: $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (23,0% de Zn), ZnO (78,0% de Zn) e frita "Fritted trace elements" FTE BR-12 (9,2% de Zn).

O sulfato e o óxido eram produtos p.a. e a frita, produ-

(¹) Recebido para publicação em agosto e aprovado em outubro de 1981.

(²) Pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC/EMBRAPA), Caixa Postal 70-0023, CEP 73.300, Planaltina (DF).

to comercial. Os níveis de zinco para cada fonte foram: 0,0, 1,25, 2,50, 5,00 e 10,00 ppm. A calagem foi feita, utilizando-se uma mistura de CaCO_3 e MgCO_3 na relação de 3:1.

O período de incubação foi de 50 dias, durante os quais a umidade do solo foi mantida à capacidade de campo. Foram usados vasos de polietileno com capacidade de 3,0kg. Como planta-teste, foi semeado milho híbrido Cargill 111, deixando-se três plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida a 80% da capacidade de campo com água desionizada.

Foram feitos três cultivos, com cortes efetuados aos 29, 34 e 30 dias após a emergência, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro cultivo.

Após os cultivos, o solo de cada vaso foi seco e peneirado para eliminação das raízes. O peso de solo seco por vaso foi de 2,7, 2,6 e 2,5kg respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro cultivo.

Antes do primeiro, fez-se a aplicação das fontes de zinco por vaso. O sulfato foi aplicado na forma de solução e o óxido e a frita, na forma sólida. Cada fonte foi totalmente misturada com o solo. Foram aplicados também, em cada vaso, na forma de solução, os seguintes reagentes: 1,538g de KH_2PO_4 , 50,0g de NH_4NO_3 , 0,015g de H_3BO_3 e 0,001g de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_24\text{H}_2\text{O}$. Antes do segundo e do terceiro cultivo, foram aplicados, em cada vaso, na forma de solução, 1,367g de KH_2PO_4 e 50,0g de NH_4NO_3 .

Nas amostras de solos tiradas após cada cultivo, determinaram-se pH, Al, Ca + Mg, P e K, conforme Brasil (1966). O zinco foi extraído pelo método de Carolina do Norte (HCl 0,05 N + H_2SO_4 , 0,025 N) e determinado por espectrofotometria de absorção atómica.

Após a colheita, a parte aérea da planta de cada vaso foi seca em estufa, a 65°C, por 72 horas. Determinou-se o peso da matéria seca e analisou-se o Zn, empregando-se a digestão por via úmida, com ácido sulfúrico e água oxigenada. O zinco foi determinado por espectrofotometria de absorção atómica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações calcário x fontes, calcário x níveis e fontes x níveis não foram significativas

em nenhum dos parâmetros estudados (matéria seca, teor de zinco no solo, zinco absorvido). Não houve diferença significativa entre as fontes, em relação à produção de matéria seca (Quadro 1).

Diferenças não significativas entre o sulfato e o óxido, em condições de casa de vegetação, foram também observadas por Nalovic & Pinta (1972) e Boawn et alii (1957). Por outro lado, Holden & Brown (1965) verificaram que diferentes formulações de fritas foram igualmente efetivas na produção de matéria seca da alfafa, quando passadas em peneira com 0,074mm (200 mesh) de abertura.

O tratamento que não recebeu zinco apresentou a menor produção de matéria seca e diferiu significativamente dos demais. De modo geral, os outros tratamentos não diferiram entre si (Quadro 1). Isso mostra que o menor nível de zinco aplicado ao solo (1,25 ppm) foi suficiente para manter boa produção de matéria seca nos três cultivos. Por outro lado, dentro de cada nível de calcário, a absorção de zinco pelo milho cresceu à medida que aumentaram os níveis de zinco aplicados ao solo, evidenciando, portanto, um consumo de luxo pela cultura (Quadro 3). A medida que os cultivos se sucederam, os teores de zinco extraídos do solo decresceram. Esses teores foram mais acentuados entre o primeiro e o segundo cultivo e menores, entre o segundo e terceiro cultivo, independente dos níveis de calcário (Quadro 2). Tais decréscimos ocorreram em função da adsorção química do solo e não por causa da absorção do zinco pela planta, uma vez que esta absorção foi muito baixa (Quadro 3). Obteve-se alta correlação entre os níveis de zinco aplicados ao solo e os teores de zinco extraídos pelo método químico. Os valo-

Quadro 1. Efeito do calcário, fontes e níveis de zinco na produção de matéria seca do milho, em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Média de três repetições (1)

Níveis de zinco aplicados ao solo	1.º Cultivo			2.º Cultivo			3.º Cultivo		
	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE
ppm	g/vaso								
	<i>1,0t/ha de calcário</i>								
0,00	5,4a	5,5a	5,4a	5,7a	5,6a	5,6a	5,4a	5,4a	5,5a
1,25	7,7b	8,3b	7,9b	9,8b	10,4b	10,8b	7,1b	8,0b	6,8b
2,50	8,2b	8,4b	8,2b	9,9b	10,2b	10,7b	8,0c	8,0b	7,2b
5,00	7,6b	8,4b	8,7b	10,1bc	10,6b	11,0b	8,4c	8,3cb	7,3b
10,00	7,6b	7,9b	8,2b	10,8c	10,5b	10,9b	8,1c	8,6c	7,9c
Médias	7,3	7,7	7,7	9,2	9,5	9,8	7,4	7,7	6,9
	<i>2,6t/ha de calcário</i>								
0,00	5,4a	5,6a	5,6a	5,8a	5,7a	5,6a	5,5a	5,6a	5,5a
1,25	8,7b	7,7b	9,3b	11,0b	11,4b	11,8b	8,3b	8,5b	8,0b
2,50	9,2b	8,9b	9,0b	10,9b	11,3b	11,8b	8,4b	8,7b	8,1b
5,00	8,2b	8,7b	9,4b	11,0b	11,0b	11,7b	9,2c	9,3c	8,3b
10,00	8,3b	8,2b	9,4b	11,3b	11,3b	11,6b	9,1c	9,6c	8,5b
Médias	8,0	7,8	8,5	10,0	10,1	10,5	8,1	8,3	7,7

(1) CV(%) = 12,4, 3,4 e 3,1 para o 1.º, 2.º e 3.º cultivo respectivamente. Em cada coluna e em cada nível de calcário, os números com as mesmas letras não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

to comercial. Os níveis de zinco para cada fonte foram: 0,0, 1,25, 2,50, 5,00 e 10,00 ppm. A calagem foi feita, utilizando-se uma mistura de CaCO_3 e MgCO_3 na relação de 3:1.

O período de incubação foi de 50 dias, durante os quais a umidade do solo foi mantida à capacidade de campo. Foram usados vasos de polietileno com capacidade de 3,0kg. Como planta-teste, foi semeado milho híbrido Cargill 111, deixando-se três plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida a 80% da capacidade de campo com água desionizada.

Foram feitos três cultivos, com cortes efetuados aos 29, 34 e 30 dias após a emergência, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro cultivo.

Após os cultivos, o solo de cada vaso foi seco e peneirado para eliminação das raízes. O peso de solo seco por vaso foi de 2,7, 2,6 e 2,5kg respectivamente para o primeiro, segundo e terceiro cultivo.

Antes do primeiro, fez-se a aplicação das fontes de zinco por vaso. O sulfato foi aplicado na forma de solução e o óxido e a frita, na forma sólida. Cada fonte foi totalmente misturada com o solo. Foram aplicados também, em cada vaso, na forma de solução, os seguintes reagentes: 1,538g de KH_2PO_4 , 50,0g de NH_4NO_3 , 0,015g de H_3BO_3 e 0,001g de $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_24\text{H}_2\text{O}$. Antes do segundo e do terceiro cultivo, foram aplicados, em cada vaso, na forma de solução, 1,367g de KH_2PO_4 e 50,0g de NH_4NO_3 .

Nas amostras de solos tiradas após cada cultivo, determinaram-se pH, Al, Ca + Mg, P e K, conforme Brasil (1966). O zinco foi extraído pelo método de Carolina do Norte (HCl 0,05 N + H_2SO_4 , 0,025 N) e determinado por espectrofotometria de absorção atómica.

Após a colheita, a parte aérea da planta de cada vaso foi seca em estufa, a 65°C, por 72 horas. Determinou-se o peso da matéria seca e analisou-se o Zn, empregando-se a digestão por via úmida, com ácido sulfúrico e água oxigenada. O zinco foi determinado por espectrofotometria de absorção atómica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações calcário x fontes, calcário x níveis e fontes x níveis não foram significativas

em nenhum dos parâmetros estudados (matéria seca, teor de zinco no solo, zinco absorvido). Não houve diferença significativa entre as fontes, em relação à produção de matéria seca (Quadro 1).

Diferenças não significativas entre o sulfato e o óxido, em condições de casa de vegetação, foram também observadas por Nalovic & Pinta (1972) e Boawn et alii (1957). Por outro lado, Holden & Brown (1965) verificaram que diferentes formulações de fritas foram igualmente efetivas na produção de matéria seca da alfafa, quando passadas em peneira com 0,074mm (200 mesh) de abertura.

O tratamento que não recebeu zinco apresentou a menor produção de matéria seca e diferiu significativamente dos demais. De modo geral, os outros tratamentos não diferiram entre si (Quadro 1). Isso mostra que o menor nível de zinco aplicado ao solo (1,25 ppm) foi suficiente para manter boa produção de matéria seca nos três cultivos. Por outro lado, dentro de cada nível de calcário, a absorção de zinco pelo milho cresceu à medida que aumentaram os níveis de zinco aplicados ao solo, evidenciando, portanto, um consumo de luxo pela cultura (Quadro 3). A medida que os cultivos se sucederam, os teores de zinco extraídos do solo decresceram. Esses teores foram mais acentuados entre o primeiro e o segundo cultivo e menores, entre o segundo e terceiro cultivo, independente dos níveis de calcário (Quadro 2). Tais decréscimos ocorreram em função da adsorção química do solo e não por causa da absorção do zinco pela planta, uma vez que esta absorção foi muito baixa (Quadro 3). Obteve-se alta correlação entre os níveis de zinco aplicados ao solo e os teores de zinco extraídos pelo método químico. Os valo-

Quadro 1. Efeito do calcário, fontes e níveis de zinco na produção de matéria seca do milho, em Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa. Média de três repetições (1)

Níveis de zinco aplicados ao solo	1.º Cultivo			2.º Cultivo			3.º Cultivo		
	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE
ppm	g/vaso								
	<i>1,0t/ha de calcário</i>								
0,00	5,4a	5,5a	5,4a	5,7a	5,6a	5,6a	5,4a	5,4a	5,5a
1,25	7,7b	8,3b	7,9b	9,8b	10,4b	10,8b	7,1b	8,0b	6,8b
2,50	8,2b	8,4b	8,2b	9,9b	10,2b	10,7b	8,0c	8,0b	7,2b
5,00	7,6b	8,4b	8,7b	10,1bc	10,6b	11,0b	8,4c	8,3cb	7,3b
10,00	7,6b	7,9b	8,2b	10,8c	10,5b	10,9b	8,1c	8,6c	7,9c
Médias	7,3	7,7	7,7	9,2	9,5	9,8	7,4	7,7	6,9
	<i>2,6t/ha de calcário</i>								
0,00	5,4a	5,6a	5,6a	5,8a	5,7a	5,6a	5,5a	5,6a	5,5a
1,25	8,7b	7,7b	9,3b	11,0b	11,4b	11,8b	8,3b	8,5b	8,0b
2,50	9,2b	8,9b	9,0b	10,9b	11,3b	11,8b	8,4b	8,7b	8,1b
5,00	8,2b	8,7b	9,4b	11,0b	11,0b	11,7b	9,2c	9,3c	8,3b
10,00	8,3b	8,2b	9,4b	11,3b	11,3b	11,6b	9,1c	9,6c	8,5b
Médias	8,0	7,8	8,5	10,0	10,1	10,5	8,1	8,3	7,7

(1) CV(%) = 12,4, 3,4 e 3,1 para o 1.º, 2.º e 3.º cultivo respectivamente. Em cada coluna e em cada nível de calcário, os números com as mesmas letras não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

res dos coeficientes de correlação foram de 0,98**, 0,96** e 0,97**, para o primeiro, o segundo e o terceiro cultivo respectivamente.

Absorção de zinco pela planta decresceu à medida que foi aumentada a dose de calcário (Quadro 3). Em cada cultivo não houve diferença significativa entre as fontes, quanto à absorção de zinco pelo milho (Quadro 3), como também quanto à extração do zinco pelo método químico (Quadro 2).

Apesar de ter havido aumento na produção de matéria seca, com o acréscimo da dose de calcário, provocando uma variação de pH de 4,8

para 5,1, observou-se um efeito inverso em relação à absorção do zinco pela planta (Quadro 4), pois, de acordo com Lindsay (1972), a elevação de uma unidade de pH provoca diminuição de cem vezes na concentração de zinco da solução do solo.

Os dados do quadro 4 mostram que, independente das doses de calcário usadas, os teores de zinco do solo foram os mesmos. A solução usada para a extração de zinco do solo ($HCl\ 0,05\ N + H_2SO_4\ 0,025\ N$) possui um pH de 1,2. Devido a essa alta acidez, todo o zinco adsorvido foi solubilizado independentemente dos

Quadro 2. Efeito do calcário, fontes e níveis de zinco no teor de zinco do solo após cada cultivo. Média de três repetições⁽¹⁾

Níveis de zinco aplicados ao solo	1.º Cultivo			2.º Cultivo			3.º Cultivo		
	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE
ppm									
<i>1,0t/ha de calcário</i>									
0,00	0,7a	0,7a	0,7a	0,4a	0,4a	0,4a	0,3a	0,3a	'0,3a
1,25	1,4b	1,5b	1,3b	0,5a	0,5a	0,9b	0,5ab	0,4a	0,5a
2,50	2,1c	2,3c	2,5c	0,9b	1,7b	1,5c	0,7b	0,8b	0,8b
5,00	3,5a	4,0d	3,7d	1,9c	2,9c	2,4d	1,3c	1,4c	2,3c
10,00	6,8e	7,3e	7,7e	4,5d	4,7d	4,5e	4,3d	4,2d	4,2d
Médias	2,9	3,2	3,2	1,6	2,0	1,9	1,4	1,4	1,6
<i>2,6t/ha de calcário</i>									
0,00	0,8a	0,8a	0,8a	0,3a	0,3a	0,3a	0,2a	0,2a	0,3a
1,25	1,5b	1,6b	1,2b	0,5a	1,2b	0,6a	0,4ab	0,4a	0,5ab
2,50	2,1c	2,3c	2,1c	0,9b	1,4b	1,2b	0,6b	0,9b	0,7b
5,00	3,7d	4,0d	3,3d	2,5c	2,6c	2,1c	1,3c	1,3c	1,3c
10,00	6,9e	7,4e	9,1e	3,9d	4,7d	4,2d	3,9d	3,4d	4,3d
Médias	3,0	3,2	3,3	1,6	2,0	1,7	1,3	1,2	1,4

(1) CV (%) = 7,6, 8,7 e 7,4 para o 1.º, 2.º e 3.º cultivo respectivamente. Em cada coluna e em cada nível de calcário, os números com as mesmas letras não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 3. Efeito do calcário, fontes e níveis de zinco na absorção de zinco pelo milho, em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa. Média de três repetições⁽¹⁾

Níveis de zinco aplicados ao solo	1.º Cultivo			2.º Cultivo			3.º Cultivo		
	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE	Sulfato	Óxido	FTE
ppm									
<i>1,0t/ha de calcário</i>									
0,00	43a	44a	43a	40a	40a	42a	38a	36a	40a
1,25	184b	179b	159b	107b	115b	151b	93b	102b	96b
2,50	274c	248b	206b	132b	153c	225c	136c	129b	137c
5,00	397d	474c	312c	236c	254d	222c	182d	188c	147c
10,00	550e	682d	419d	323d	316e	295d	221e	189c	212d
Médias	290	325	228	168	176	187	134	129	127
<i>2,6t/ha de calcário</i>									
0,00	43a	45a	44a	46a	40a	40a	37a	37a	40a
1,25	158b	170b	140b	88b	91b	106b	72b	83a	67b
2,50	203b	235b	180b	105b	112b	130b	100c	102b	98c
5,00	396c	406c	281c	205c	189c	199c	166d	117b	108d
10,00	519d	567d	515d	227c	214c	232d	173d	173c	144e
Médias	264	285	232	134	129	141	110	102	91

(1) CV (%) = 13,6, 8,3 e 9,8 para o 1.º, 2.º e 3.º cultivo, respectivamente. Em cada coluna e em cada nível de calcário os números com as mesmas letras não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

Quadro 4. Efeito do calcário na produção de matéria seca, no teor de zinco do solo e na quantidade de zinco absorvida pelo milho. Média de três repetições (1)

Níveis de calcário	Máteria seca			Teor de zinco no solo			Zinco absorvido		
	Cultivos			Cultivos			Cultivos		
	1. ^o	2. ^o	3. ^o	1. ^o	2. ^o	3. ^o	1. ^o	2. ^o	3. ^o
t/ha	g/vaso			ppm			μg/vaso		
1,0	7,5a	9,5a	7,3a	3,1a	1,9a	1,5a	282a	178a	129a
2,6	8,1b	10,2b	8,0b	3,1a	1,7a	1,3a	260b	128b	98b

(1) Em cada cultivo e em cada parâmetro medido (máteria seca, zinco no solo, zinco absorvido), os números com as mesmas letras não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%.

níveis de calcário usados. Isso explica em grande parte os resultados obtidos.

O aumento da dose de calcário provocou um acréscimo na produção de matéria seca (Quadros 1 e 4). A saturação de alumínio, quando se usou 1,0 e 2,6t/ha de calcário, foi de 4,5 e 0,0% respectivamente. Conforme o trabalho de Gonzalez (1976), a produção de milho em um Latossolo Vermelho-Escuro começou a ser reduzida quando a saturação de alumínio atingiu valores acima de 10%. Portanto, o efeito do calcário na produção de matéria seca não foi devido a uma alta saturação de alumínio, quando se usou 1,0t/ha de calcário, mas, provavelmente, a um acréscimo na disponibilidade de nutrientes para o milho.

Embora em condições de casa de vegetação, com plantas jovens, não se tenha encontrado diferenças significativas na produção de matéria seca do milho em função das fontes e níveis de zinco testados, novos estudos deveriam ser conduzidos, em condições de campo, no sentido de verificar os efeitos dos tratamentos nas plantas até o estádio de maturação completa.

AGRADECIMENTO

Ao colega José Roberto R. Peres, do Centro

de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, pelas sugestões apresentadas.

LITERATURA CITADA

- BOAWN, L.C.; VIETS, F.; CRAWFORD, C.L. Plant utilization of zinc from various types of zinc compounds and fertilizer materials. *Soil Sci.*, 83:219-229, 1957.
- BRASIL. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Levantamento semi-detalhado dos solos de áreas do Ministério da Agricultura do Distrito Federal, Rio de Janeiro, 1966. 135p. (Bol. 8)
- GALRÃO, E.Z. & LOPEZ, A.S. Deficiências nutricionais em solos de cerrado. In: FERRI, M.G., ed. V Simpósio sobre o cerrado: uso e manejo. Brasília, Edintera, 1980. p. 595-614.
- GONZALEZ, E.E. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn in oxisols of Central Brasil. Tese de Doutoramento. Raleigh USA., North Carolina State University, 1976. 125p.
- HOLDEN, E.R. & BROWN, J.R.. Influence of slowly soluble, soluble and chelated zinc on zinc content and yield of alfalfa. *J. Agr. Food Chem.*, 13:180-184, 1965.
- LINDSAY, W.L. Zinc in soils and plant nutrition. *Adv. Agron.*, 24:147-186, 1972.
- LOPES, A.S. A survey of fertility status of soils under "cerrado" vegetation in Brazil. Tese de Mestrado, Raleigh, USA, North Carolina State University, 1975. 138p.
- NALOVIC, L. & PINTA, M. Recherches sur les éléments traces dans les sols tropicaux: étude de quelques sols du Cameron. *Geoderma*, 7:249-267, 1972.