

CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE DE CINCO LATOSOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO, NO TRIÂNGULO MINEIRO*

Osvaldir Martins
José Mário Braga**

1. INTRODUÇÃO

Os solos sob vegetação de cerrado ocupam, no Brasil, uma área de 1,8 milhões de quilômetros quadrados, aproximadamente, sendo que a maior parte dessa área se encontra na Região Central, abrangendo o Norte de São Paulo, o Centro e o Sul de Mato Grosso e Goiás e o Centro-Oeste de Minas Gerais (23).

Esses solos são fortemente interperízados, contêm alto teor de óxido de ferro e de alumínio e, algumas vezes, de manganês; o conteúdo de bases e de fósforo assimilável é baixo, sendo a acidez de média a elevada. A característica comum a todos eles é a acidez e a baixa fertilidade. Apesar destas limitações, essas áreas vêm sendo incorporadas gradativamente às agricultáveis, graças à utilização de uma tecnologia mais avançada, como o uso de corretivos e fertilizantes.

Os estudos realizados nesses solos, com o nitrogênio, têm mostrado respostas positivas às doses deste elemento (7, 14, 24) e, às vezes, efeitos depressivos na produção de soja (17). Os aumentos de produção das diversas culturas em resposta à aplicação de fontes de fósforo têm sido mais constantes (11, 12, 13, 16). O mesmo não se tem verificado em relação ao potássio. Em algumas regiões têm sido observados aumentos de produção com a aplicação de fontes deste elemento (2, 3), enquanto em outras isto não se verificou (14).

A prática da calagem ou a adição de cálcio e magnésio a esses solos tem provocado aumento na produção de diversas culturas, principalmente nas leguminosas (3, 5, 6, 7, 32). Entretanto, o mesmo não se tem verificado com os micronutrientes, cujas alterações de produção têm sido muito contraditórias. Assim, MIYASAKA *et alii* (16) não observaram aumento de produção de soja quando se aplicou fonte de zinco, boro, molibdénio e cobre no solo. Ao lado desses elementos, o manganês tem sido estudado, principalmente nos níveis aos quais ele se torna tóxico (15, 18, 25, 29, 31). Alguns micronutrientes, como o molibdénio, e elementos químicos, por exemplo, o cobalto, têm provocado alteração na capacidade fixadora de N das leguminosas (1, 8, 19, 21, 26, 28).

* Parte de tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 20-05-1977. Projeto n.º 4.921 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Respectivamente, Engenheiro-Agrônomo e Professor Titular da U.F.V.

Diante dos fatos observados na literatura, foi instalado o presente ensaio, que tem como objetivo verificar se os elementos essenciais e o cobalto são deficientes em cinco solos do Triângulo Mineiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação da Universidade Federal de Viçosa, usando-se amostras compostas de cinco solos, tomados à profundidade de 20 cm. Estes solos são os de maior importância na região do Triângulo Mineiro e foram classificados e analisados. Os dados estão contidos no Quadro 1.

Item	Classificação	pH	Al	Ca+Mg	P	K
			eq.mg/100 ml		ppm	
1 Latossolo	Vermelho-escuro distrófico LEd (1)	4,9	0,20	2,3	4,2	60
2 Latossolo	Vermelho-escuro distrófico LED (2)	5,0	0,40	1,4	3,9	60
3 Latossolo	Roxo distrófico-LRd (3)	4,9	0,20	1,4	9,0	132
4 Latossolo	Vermelho-amarelo - LVd (4)	4,5	0,50	1,4	2,8	94
5 Latossolo	Vermelho-escuro-LEM (5)	6,0	-	19,4	5,5	90

Após a colheita, as amostras foram preparadas para serem levadas à estufa; usou-se a técnica do elemento faltante (10) para os elementos essenciais mais o cobalto, em quatro repetições, em blocos ao acaso.

As doses e fontes de cada elemento estão no Quadro 2.

A adição dos elementos estudados foi feita com reagentes p.a., e em todos os tratamentos as sementes de soja foram inoculadas com cultura comercial de *Rhizobium japonicum*. A variedade de soja usada foi a UFV-1.

Após 45 dias, durante os quais os vasos foram submetidos a rodízios semanalmente e foi feita a aplicação de água para conservar o teor de umidade em torno de 80% da capacidade máxima de retenção de água, fez-se a colheita, estando já floridos 80% das plantas.

O material vegetal foi colhido, separando-se a parte aérea das raízes. As duas partes foram secadas em estufa com circulação de ar, a 67°C, e pesadas. Após esta operação, as repetições foram reunidas duas a duas, moídas e analisadas para os elementos cálcio, manganês, ferro e zinco com o espectrofotômetro de absorção atômica 303, do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da UFMG. O nitrogênio, o fósforo e o potássio foram determinados no Laboratório de Solos do Departamento de Fitotecnia da U.F.V., usando-se os métodos de Kjeldahl, colométrico e fotometria de chama, respectivamente (30).

Foram considerados, para as análises e interpretações, a altura das plantas, o peso da parte aérea, o peso das raízes e o peso de toda a planta, obtidos pela soma dos pesos das duas partes.

QUADRO 2 - Dose e fonte dos nutrientes e cobalto utilizados

Nutrientes	Nível (kg/ha)	Fonte
N	200	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
P	200	$\text{NH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
K	200	KC1
Ca	(+)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
Mg	100	MgCl_2
Mg	10	$\text{MgCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Cu	10	$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Fe	10	$\text{FeC}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
B	3	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Zn	10	ZnCl_2
Mo	1	$\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Co	(++)	CoCl_2

(+) Conforme recomendação da análise de solos.

(++) 18,4 mg/kg de semente.

Os dados foram analisados estatisticamente, tendo sido usado o teste de Tukey para a comparação das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados médios obtidos da altura de planta, do peso da parte aérea, do peso das raízes e do peso total das plantas foram realizadas as análises de variância (Quadro 3), fazendo-se, a seguir, a aplicação do teste de Tukey, (Quadro 4, 5 e 6) para comparação das médias.

Além destas características, fez-se a análise de variância dos dados dos teores dos elementos químicos na parte aérea (Quadro 5), e o teste de Tukey foi aplicado às médias.

3.1. Considerações sobre os Tratamentos

Nitrogênio

Em vista dos resultados obtidos, notou-se, de maneira geral, que nos tratamentos sem nitrogênio ocorreu um aumento na produção de matéria seca nas plantas, tanto nas raízes como na parte aérea. Não houve nodulação em nenhum dos tratamentos, o que indica não ter havido fixação simbiótica de nitrogênio. O teor de nitrogênio na parte aérea oscilou entre 3,0 e 5,7%, sendo inferior a 3% no solo LED₁, nos tratamentos com ausência de nitrogênio e fósforo. Estes valores são superiores aos

QUADRO 3 - Quadrados médios da análise de variância da altura da planta, peso da parte aérea, peso das raízes e peso total das plantas

C. Variação	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		Altura plantas	Peso p. aérea	P. raízes	P. Total
Repetição	3	-	-	-	-
Tratamentos	13	126,38**	1,3965**	0,2192**	2,6887**
Solos	4	1154,34**	8,8357**	1,3335**	16,1912**
Trat. x solos	52	18,01**	0,2555**	0,0475**	0,5036**
Erro	207	11,48	0,1069	0,0202	0,2053
CV (%)	-	11,29	17,12	18,20	16,81

** Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

encontrados por PEREIRA (22) e GUIMARÃES (7), quando somente foram feitas as análises das folhas. Deveriam ser superiores também aos encontrados para a análise total da parte aérea. TOGARI *et alii*, citados por OHLROGGE (20), encontraram valores 4 vezes maiores para teor de nitrogênio nas folhas em relação ao caule. Numa outra citação de OHLROGGE (20), Hammond *et alii* encontraram, para amostras da parte aérea, valores de 2,5 a 2,9% de nitrogênio total.

Fósforo

Houve diferenças significativas entre as características estudadas somente nos solos LED₁ e LED₂. Nota-se que houve, de maneira geral, uma diminuição na altura e na produção de matéria seca quando havia ausência de fósforo. Porém, quando se observa cada solo isoladamente, percebe-se que praticamente não houve diferença significativa, quanto às características estudadas, nos solos LRd, LVd e LEm. O solo LED₁ foi o mais atingido pela ausência de fósforo, que provocou uma diminuição na altura e na produção de matéria seca. Não houve diferença significativa quanto ao teor de fósforo nos diversos tratamentos, e os teores de fósforo encontrados na planta são superiores aos citados por OHLROGGE (20), entre 0,25 e 0,45%, e JONES Jr. (9), 0,25%. McLUNG *et alii* (13), estudando problemas de fertilidade em solos de cerrados de São Paulo e Goiás, encontraram que a omissão de fósforo resultou na diminuição de seu teor na parte aérea. Citam ainda que o reduzido sistema radicular verificado nas culturas em vaso pode ter sido fator de importância nas respostas ao fósforo.

Potássio

O efeito do potássio sobre as características agronômicas estudadas foi pequeno e não-significativo, não tendo influído nas características estudadas, à exceção do solo LED₁, onde os tratamentos sem potássio tiveram maior altura de plantas. À exceção dos solos LED₁ e LEm, observa-se que os maiores teores de potássio foram verificados na ausência de cálcio; entretanto, estatisticamente, apenas os solos LED₂, LRd e LVd apresentaram diferenças significativas. Trabalhando em condições de estufa, com três solos de cerrado da região de Sete Lagoas, SANTOS (27) encontrou que a aplicação de cálcio provocou sensível redução da absorção de potássio em todos eles.

WOODRUFF *et alii* (32) verificaram que a aplicação de grande quantidade de potássio em solos com baixo teor de boro causa uma depressão na absorção de cálcio e magnésio.

Quanto aos teores de potássio na parte aérea, os resultados estão ligeiramente

QUADRO 4 - Peso médio da parte aérea, em g/vaso, nos diversos tratamentos, dentro de cada solo

Trata- mento	Solo LEd1	Solo LEd2	Solo LRd	Solo LVd	Solo LEm	Médias
Test.	1,312 d	1,300 bc	0,962 b	1,425 a	1,737 b	1,347 e
-N	3,525 a	2,625 a	1,925 a	1,612 a	2,462 ab	2,430 a
-P	1,487 c	1,550 bc	1,300 ab	1,550 a	1,812 ab	1,487 e
-K	2,687 b	1,612 bc	2,000 a	1,287 a	2,287 ab	2,207 bc
-Ca	2,325 b	0,875 c	1,587 ab	1,475 a	2,175 ab	1,687 d
-Mg	2,825 ab	1,675 b	1,650 ab	1,837 a	2,287 ab	2,055 b
-Mn	2,662 b	1,800 b	1,775 a	1,625 a	2,112 ab	1,995 bc
-Cu	2,700 b	1,900 ab	1,425 ab	1,312 a	2,125 ab	1,892 bc
-Fe	2,512 b	1,732 b	1,800 a	1,787 a	2,537 a	2,075 b
-B	2,262 bc	1,825 b	1,637 ab	1,575 a	2,425 ab	1,945 bc
-Zn	2,562 b	1,725 b	1,687 ab	1,700 a	2,137 ab	1,962 bc
-Co	2,712 b	1,587 bc	2,037 a	1,525 a	2,300 ab	2,032 bc
-Mo	2,750 ab	1,712 b	1,775 a	1,537 a	1,975 ab	1,950 bc
Compl.	2,200 bc	1,637 bc	1,559 ab	1,575 a	2,325 ab	1,867 cd
Médias	2,47 A	1,68 B	1,65 B	1,56 B	2,19 A	

* As médias na mesma coluna, assinaladas pela mesma letra minúscula, e na mesma linha, por letra maiúscula, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

QUADRO 5 - Peso médio de toda a planta, em g/vaso, nos diversos tratamentos, dentro de cada solo

Trata- mento	Solo LEd1	Solo LED2	Solo LRd	Solo LVd	Solo LEM	Médias
Test.	1,84 d	1,89 bc	1,36 a	2,06 a	2,64 a	1,957 e
-N	4,74 a	3,81 a	2,65 a	2,45 a	3,41 a	3,412 a
-P	2,05 cd	2,29 b	1,72 a	1,90 a	2,71 a	2,135 d
-K	3,74 ab	2,27 b	2,65 a	2,24 a	3,22 a	2,825 bc
-Ca	3,15 b	1,11 c	2,11 a	2,05 a	3,01 a	2,287 d
-Mg	3,92 ab	2,38 b	2,20 a	2,74 a	3,29 a	2,907 bc
-Mn	3,70 ab	2,62 b	2,40 a	2,44 a	2,99 a	2,830 bc
-Cu	3,70 ab	2,65 b	1,91 a	1,91 a	3,05 a	2,645 c
-Fe	3,54 b	2,49 b	2,37 a	2,69 a	3,59 a	2,935 b
-B	3,10 bc	2,67 b	2,20 a	2,31 a	3,44 a	2,745 bc
-Zn	3,52 b	2,51 b	2,24 a	2,56 a	3,05 a	2,777 bc
-Co	4,04 ab	2,41 b	2,69 a	2,27 a	3,25 a	2,932 bc
-Mo	3,70 ab	3,49 b	2,34 a	2,25 a	2,77 a	2,710 bc
Compl.	3,04 bc	2,37 b	2,11 a	2,37 a	3,30 a	2,640 c
Médias	3,41 A	2,43 B	2,21 B	2,30 B	3,12 A	

+ As médias na mesma coluna, assinaladas pela mesma letra minúscula, e na mesma linha, por letra maiúscula, não apresentam diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 6 - Quadrados médios da análise de variância dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Fe, B e Zn na matéria seca da parte aérea

FONTE DE VARIACAO	G.L.	QUADRADO MÉDIO								
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	B	Zn
Repetições	1									
Tratamentos	13	0,6462 ⁺⁺	0,026284 ⁺⁺	0,114969 ⁺⁺	0,4494 ⁺⁺	0,037104 ⁺⁺	113531, ⁺⁺	420,54	585,77 ⁺⁺	155,93 ⁺⁺
Solos	4	10,1228 ⁺⁺	0,051723 ⁺⁺	0,714140 ⁺⁺	4,0341 ⁺⁺	0,028593 ⁺⁺	3385680, ⁺⁺	1801,51 ⁺⁺	849,51 ⁺⁺	5478,83 ⁺⁺
Trat. x solos	52	0,2079 ⁺⁺	0,002911	0,022137 ⁺⁺	0,0833 ⁺⁺	0,005738 ⁺⁺	43022, ⁺⁺	431,70	46,29	118,74 ⁺⁺
Erro	69	0,0650	0,005835	0,011001	0,0479	0,001250	3976,	471,69	54,67	32,29
C.V. em %	6,58	16,25	7,20	18,13	6,44		16,68	17,25	15,59	10,12

++ Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

inferiores aos encontrados por JONES Jr. (9), 1,92% para a parte aérea total.

Cálcio

O efeito do cálcio se fez notar sobre os solos e sobre as características agronômicas estudadas. Entre os solos, o LEd₂ foi o que manifestou maior resposta à aplicação de cálcio, aumentando, principalmente, o peso das raízes e o peso total das plantas. Estas respostas ao cálcio já foram evidenciadas em diversos trabalhos (4, 6, 13, e 27).

Houve variação da absorção de cálcio pelas plantas nos tipos de solos. Assim, no solo LEd₁, a maior absorção se deu na ausência de cobalto; no solo LEd₂, na ausência de magnésio e manganês; no solo LVd, na ausência de potássio; no solo LEm, na ausência de molibdênio.

Nos solos LEd₂, LRd e LVd, os tratamentos que não receberam aplicação de cálcio apresentaram valores bem abaixo dos normais. Segundo JONES Jr. (9), 1,8% é normal para a parte aérea.

Magnésio

Não se encontrou resposta à aplicação de magnésio em nenhum dos solos estudados. O teor de magnésio nas plantas se diferenciou estatisticamente entre os solos.

Estes valores se encontram próximos dos encontrados em trabalhos de JONES Jr. (9), 0,5%, considerado normal para a parte aérea. A maior absorção de magnésio pelas plantas se deu na ausência de cálcio, nos solos LEd₁, LEd₂, LRd e LVd.

Manganês

Houve resposta ao manganês nos solos estudados. A variação dos teores de manganês no vegetal foi de 240 a 1325 ppm, 107,5 a 185 ppm, 650 a 1450 ppm, 62,5 a 155 ppm e 92,5 a 140 ppm, respectivamente, para os solos LEd₁, LEd₂, LRd, LVd e LEm, diferenciando-se, estatisticamente, nos solos LEd₁ e LRd.

Segundo OHLROGGE (20), um faixa ótima de manganês nas plantas de soja seria de 30 a 200 ppm; para a parte aérea total, JONES Jr. (9) considera 148 ppm um nível normal.

Verifica-se que os solos LEd₁ e LRd apresentaram valores superiores aos níveis normais e com sintomas de toxidez.

Com estes resultados são explicados os distúrbios ocorridos nas plantas desses solos e que se supunha tratar de doenças. Geralmente, observa-se que os maiores teores de manganês foram encontrados na ausência de calagem.

Cobre

Não se verificou influência do cobre sobre as características estudadas, nos cinco solos. Não foi feita análise química da parte aérea, por insuficiência de material vegetal.

Ferro

Não se encontraram respostas à aplicação de ferro nos cinco solos estudados. O teor de ferro nas plantas não foi diferente, estatisticamente, nos diversos solos, sugerindo, assim, um teor alto de óxidos de ferro no solo. Os teores desse elemento nas plantas foram maiores que 60 ppm, valor considerado normal por CHAPMAN (4).

Boro

Verificando o teor de boro nas plantas, vemos que no solo LEm não houve diferença estatística entre tratamentos. Nos demais solos, encontrou-se diferença quanto ao teor de boro nas plantas, e maior absorção de boro se deu na ausência de cálcio. SANTOS (27), trabalhando com solos de cerrado, constatou que a calagem reduziu a absorção de boro. No solo LEd₁, observou-se baixo teor de boro nas plantas do trata-

mento em que este elemento estava ausente. JONES Jr. (9) considera 37,7 ppm um valor normal para a parte aérea.

Zinco

Não se encontrou resposta à aplicação de zinco em nenhum dos solos estudados. O teor de zinco nas plantas foi maior nos tratamentos sem cálcio, nos solos LEd₁, LRd e LVd. No solo LEm, não foi encontrada diferença estatística neste tratamento, o que não ocorreu com os demais solos. Trabalhando com solos de cerrado em condições de estufa, SANTOS (27) e BAHIA (2) verificaram que a calagem diminui a absorção de zinco.

Os teores de zinco encontrados oscilaram entre 30 e 85 ppm nos cinco solos estudados. OHLROGGE (20), citando Beeson, considera normal uma variação de 27 a 80 ppm para amostra de soja, enquanto SANTOS (27), soja perene, sobre solos de cerrado, encontrou valores entre 53 e 100 ppm.

Cobalto e Molibdênio

Não se encontrou resposta significativa a cobalto nem a molibdênio. Isto porque não ocorreu fixação simbiótica de nitrogênio, e os dois elementos estão implicados na fixação de nitrogênio atmosférico.

3.2. Considerações sobre os Solos

As características agronômicas estudadas diferem entre si, estatisticamente, quando comparadas entre solos. A altura das plantas teve melhor desenvolvimento no solo LEd₁, vindo a seguir os solos LRd e LEm e depois os solos LEd₂ e LVd.

Quanto ao peso de raízes, os solos LEd₁ e LEm comportaram-se igualmente e tiveram melhor desenvolvimento que os solos LEd₂ e LVd, e estes foram superiores ao solo LRd.

O peso da parte aérea e o peso total tiveram comportamento semelhante em relação aos dados, destacando-se os solos LEd₁ e LEm, com maior produção que os solos LEd₂, LRd e LVd.

Pode-se dizer que o solo LEd₁ apresenta deficiência de cálcio, fósforo e boro. O solo LEd₂ apresenta grande deficiência de cálcio, além de apresentar deficiência de fósforo e potássio. O solo LRd não apresenta diferença entre tratamentos nas características estudadas, salvo um elevado teor de manganês, que causou toxidez às plantas.

Os solos LVd e LEm não apresentam deficiência de nenhum dos elementos estudados.

4. RESUMO

Foi conduzido, em casa-de-vegetação, na U.F.V., um ensaio em vasos, utilizando-se cinco solos do Triângulo Mineiro, sob vegetação de cerrado, e uma variedade de soja (UFV-2), com o objetivo de caracterizar a fertilidade mediante a técnica do elemento faltante.

O ensaio foi constituído de quinze tratamentos, sendo um tratamento sem adubação, um com todos os nutrientes (N, P, K, Mg, Ca, Mn, Cu, Fe, B, Zn e Mo), e os demais tratamentos com todos os nutrientes menos o elemento em estudo.

Nos tratamentos com ausência de nitrogênio e presença dos demais elementos ocorre um aumento na produção de matéria seca nas raízes e na parte aérea.

Nos tratamentos com ausência de fósforo houve diminuição na altura e na produção de matéria seca das plantas, nos solos LEd₁ e LEd₂.

Nos tratamentos com ausência de potássio houve modificação apenas no solo LEd₁, onde as plantas atingiram maior altura.

A ausência de cálcio nos tratamentos ocasionou, no solo LEd₂, uma diminuição do peso das raízes e do peso total das plantas, não influindo nas características agronômicas das plantas nos outros solos. Houve, entre os solos, um comportamento diferencial entre elementos na absorção de cálcio. Assim, no solo LEd₁, a maior absorção se deu na ausência de cobalto; no LEd₂, na ausência de magnésio; no LRd, na au-

séncia de magnésio e manganês; no LVd, na ausência de potássio; no LEm, na ausência de molibdênio.

Encontraram-se respostas ao manganês em dois solos, LEd₁ e LRd, onde esse elemento ocorre nas plantas em teores elevados.

Encontraram-se também respostas à aplicação de boro no solo LEd₁, o que não aconteceu com os demais. Não se observou resposta à aplicação dos outros elementos em nenhum dos solos estudados.

5. SUMMARY

In order to characterize the fertility of soils from the *cerrado* of the Triângulo Mineiro by the missing element technique, trials were carried out in greenhouse of the Federal University of Viçosa. Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Five soil samples were tested-two of dark red distrophic latosols (LEd₁ and LEd₂), a purple distrophic latosol (LRd), red-yellow latosol (LVd) and a dark red latosol (LEm). Fifteen treatments were employed, one in which all the essential nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, manganese, copper, iron, boron, molybdenum and zinc) plus cobalt were supplied, and the rest with one of these elements omitted. The soybean variety 'UFV-1' was the test plant.

In treatments containing all elements except nitrogen, there was an increase in production of dry matter in both roots and aerial parts.

In treatments in which phosphorus was the missing element, there was reduction of the height and dry matter of the plants grown on the LEd₁ and LEd₂ samples.

With potassium omitted, only plants grown on the LEd₂ soil showed effects, attaining greater heights.

The absence of calcium caused a reduction of root weight and total weight of the plants grown on the LEd₂ sample, but the agronomic characteristics of the plants grown on the other soils were not influenced. Plants grown on different soils showed differences in their ability to absorb calcium in the absence of other minerals. Thus, on the LEd₁ soil, greatest absorption of calcium took place in the absence of cobalt, on the LEd₂ in the absence of magnesium, on the LRd in the absence of magnesium and manganese, on the LVd in the absence of potassium, and in the LEm in the absence of molybdenum.

Response to manganese were observed with soils, LEd₁ and LRd. Plants grown on these had elevated manganese contents.

Response to application of boron were found with the LEd₁ soil but not the others. Response to the application of the other elements were not observed with any of the soils.

6. LITERATURA CITADA

1. AHMED, S. & EVANS, H.J. Cobalt: a micronutrient element for the growth of soybean plants under symbiotic conditions. *Soil Science*, 90(3):210, 1960.
2. BAHIA, F.G.F.T.C. *Absorção de zinco em relação à adubação fosfatada e calagem em dois solos de Minas Gerais* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1973. 38 p. (Tese M.S.).
3. BORGES, A.C. *Nodulação e fixação de nitrogênio em soja (Glycine max (L.) Merrill) em solo ácido do Rio Grande do Sul: calagem, molibdênio, enxofre e zinco* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1973. 80 p. (Tese M.S.).
4. CHAPMAN, H.D. *Diagnostic criteria for plants and soils* University of California, Division of Agricultural Science, 1966. 793 p.
5. FRANÇA, G.E., BAHIA FILHO, A.F.C. & CARVALHO, M.M. Eficiência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbiótica de nitrogênio na soja perene var. Tinharoo (*Glycine wightii*) em solo de cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, Série Agronomia, 8(9):197-202. 1973.
6. FRANÇA, G.E. & CARVALHO, M.M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, Série Agronomia, 5:147-153. 1970

7. GUIMARÃES, J.A.P. *Resposta da soja (Glycine max (L) Merril) à aplicação de nitrogênio no solo*. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1974. 67 p. (Tese M.S.).
8. JAMES, D.W., JACKSON, T.L. & HARWARD, M.E. Effect of molybdenum and lime on the growth and molybdenum content of alfalfa growth on acid soils. *Soil Science*, 105(6):397-402, 1968.
9. JONES, Jr., J.B. Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. In: Soil Science Society of America, Madison, Wis. *Soil testing and plant analysis*. Part. 2: Plant analysis. Madison, Wis. 1967. p. 49-58.
10. MARTINI, J.A. Caracterización del estado nutricional de los principales «latos-solos» de Costa Rica, mediante la técnica del elemento faltante en el invernadero. *Turrialba*, 19(3):394-408. 1969.
11. MASCARENHAS, H.A.A. & MIYASAKA, S. Adubação da soja VI. Efeitos do enxofre e de vários micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn, Fe, e Mo) em solo latossolo roxo com vegetação de cerrado. *Bragantia*, 26(29):373-379. 1967.
12. MASCARENHAS, H.A.A. MIYASAKA, S., IGUE, T. & FREIRE, E.S. Adubação da soja. VIII — Efeito de doses crescentes de calcário, fósforo e potássio em latossolo roxo com vegetação de cerrado recém-desbravado. *Bragantia* 27(25): 279-289. 1968.
13. McLUNG, A.C., FREITAS, L.M.M., GALLO, J.R., QUINN, L.R. & MOTT, G.O. Alguns estudos preliminares sobre possíveis problemas de fertilidade, em solos de diferentes campos cerrados de São Paulo e Goiás. *Bragantia*, 17(3):29-44. 1968.
14. McLUNG, A.C., FREITAS, S.M.M., MIKKELSEN, D.S. & LOTT, W.L. *A adubação do algodoeiro em solos de campo cerrado no Estado de São Paulo* São Paulo, IBEC, 1961. 30 p. (Boletim técnico-Científico. 27).
15. MEDERSKI, M.J., HOFF, D.J. & WILSON, J.H. Manganese oxide and manganese sulfate as fertilizing sources for correcting manganese deficiency in soybeans. *Agron Journal* 52(11): 667.
16. MIYASAKA, S., FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Adubação da soja III. Efeito do NPK, do enxofre e de micronutrientes em solo do Arenito Botucatu, com vegetação de cerrado. *Bragantia*, 23(7):65-71. 1964.
17. MIYASAKA, S., WUTKE, A.C.P. & VENTURINI, W.R. Adubação da soja II. Adubação mineral em "Terra Roxa misturada com argilito do glacial". *Bragantia*, 21(34):617-630. 1962.
18. MORRIS, H.D. & PIERRE, W.H. Minimum concentrations of manganese necessary for injury to various legumes in culture solutions. *Agron Journal*, 41(3):107-112. 1949.
19. NICHOLAS, D.J.D. & THOMAS, W.D.E. Some effects of heavy metals on plants grown in soil culture. Part. I: The effect of cobalt on fertilizer and soil phosphate uptakes and the iron and cobalt status of tomato. *Plants and Soil*, 5(1):67-80. 1953.
20. OHLROGGE, A.J. Mineral nutrition of soybeans. *Advance in Agronomy*, 12:230-263. 1960.
21. PARKER, M.B. & HARRIS, H.B. Soybean response to molybdenum and lime and the relationship between and chemical composition. *Agron Journal*, 54(6): 480-483. 1962.
22. PEREIRA, J. *Efeito de fontes e doses de fósforo na adubação à cultura da soja (Glycine max (L) Merril) em um solo de campo cerrado* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária, 1972. 70 p. (Tese M.S.).

23. RANZANI, G. Solos de Cerrado do Brasil. In: *Simpósio sobre Cerrado*. 3.º, São Paulo, 1971. Editora da Univ. de São Paulo, São Paulo, 1971, p. 26-43.
24. RIOS, E.P. & SANTOS, H.L. Adubação nitrogenada na soja (*Glycine max*) em solos sob vegetação de cerrado. *Pesq Agrop Bras*, Série Agronomia, 8(6):63-67. 1973.
25. RUSCHEL, A.P. & EIRA, P.A. Fixação simbiótica de nitrogênio na soja (*Glycine max* (L.) Merril): Influência da adição de cálcio ao solo e molibdênio ao revestimento da semente. *Pesq Agropec Bras*, Série Agronomia, 4:103-107. 1969.
26. SALAZAR, C.E. Factores que afetam la nodulacion de las leguminosas en los tropicos. *Turrialba*, 15(3):252-253. 1965.
27. SANTOS, H.L. *Efeitos do zinco, boro, molibdênio e calagem na soja perene (Glycine javanica L.) em solos sob vegetação de cerrado, em condições de estufa* Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária. 1971. 46 p. (Tese M.S.).
28. SMALL JR., H.G., SHERBECK, T.G., BAVER, M.E. & OHLROGGE, A.J. Cobalt in soybean grain production. *Agron Journal*, 59(6):564-566. 1967.
29. SOUTO, S.M. & DOBEREINER, J. Toxidez de manganês em leguminosas forrageiras tropicais. *Pesq Agrop Bras*, Série Agronomia, 4:129-138. 1969.
30. VETORI, L. *Análise de solos*. Rio de Janeiro, EPE, 1969. 24 p. (Bol. Téc., 7).
31. VIDOR, G. & FREIRE, J.R.J. Controle de toxidez de alumínio e manganês em *Glycine max* (L.) Merril pela calagem e adubação fosfatada. *Agronomia Sulriograndense*, 8(1):73-87. 1972.
32. WOODRUFF, C.M., McINTOSH, J.L., MIKULCIK, J.D. & SINHA, H. How potassium caused boron deficiency on soybeans. *Better Crops With Plant Food*, 44(4):4-11. 1960.