

INFLUÊNCIA DA CALAGEM E MICRONUTRIENTES NA NODULAÇÃO DA SOJA POR RHIZOBIUM JAPONICUM EM SOLOS ÁCIDOS¹

SOLANGE S. SAMARÃO², AGOSTINHO D. DIDONET³, LUIS CARLOS S. NEIVA⁴,
FERNANDO F. DUQUE³, SILVIA R. GOI⁵, JORGE JACOB NETO⁶,
PEDRO MANUEL F.O. MONTEIRO e RENATO B. ROLIM⁴

RESUMO - Em três experimentos conduzidos em campo e em casa de vegetação, foram avaliados os efeitos de quatro níveis de calcário e diferentes estirpes de *Rhizobium japonicum* no rendimento de grãos e simbiose da soja. No primeiro experimento foi utilizado inoculante preparado a partir de suspensão de nódulos macerados e nos demais, vários inoculantes. Nos níveis mais elevados de calcário (4 e 6 t/ha), houve uma redução no peso seco de nódulos sem influenciar o peso seco da parte aérea e nitrogênio total acumulado nas plantas até o enchimento de grão. Os resultados demonstram ter sido suficiente a utilização de 4 t/ha de calcário, em termos de produção de grãos, para as condições experimentais. Houve efeito do zinco na nodulação e produção de grãos, sendo que o uso de 50 kg/ha de FTE Br-12 supriu plenamente a necessidade deste elemento. Os diferentes inoculantes utilizados apresentaram a mesma eficiência em campo.

Termos para indexação: fixação de nitrogênio, cálcio, zinco, boro, magnésio, manganês, molibdênio, *Glycine max*.

EFFECTS OF LIME AND MICRONUTRIENTS ON NODULATION OF SOYBEAN IN ACID SOILS BY RHIZOBIUM JAPONICUM

ABSTRACT - Three experiments were performed in field conditions and in the glasshouse. Four different levels of lime and micronutrients were applied and the effect of inoculation with various strains of *R. japonicum* on the yield and symbiotic performance of soybean was studied. In the first experiment the *Rhizobium* inoculant used was prepared from a suspension of macerated nodules. In the other two experiments various inoculants were used. The effect of the higher rates of lime addition (4 and 6 t/ha) was to reduce dry weight of nodules, but did not affect plant dry weight and total plant nitrogen. The results show that an addition of 4 t/ha of lime is sufficient for maximum yield in the experimental conditions. There was a significant positive effect of zinc additions. An application of 50 kg FTE Br 12 supplied sufficient of this element. The different inoculants prepared, showed the same efficiency in the field conditions.

Index terms: nitrogen fixation, zinc, boron, magnesium, manganese, molybdenum, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

Os solos de cerrado possuem baixa reserva de minerais intemperizáveis, acidez elevada, alta capacidade de fixação de fósforo, alta saturação de alumínio e deficiência de vários macro e micronutrientes (Galvão & Lopes 1980). Sanches & Salinas

(1981) citam que 50% dos solos da América Tropical possuem problemas de deficiência de Zn e Ca, sendo que respostas de leguminosas à calagem, têm sido obtidas nestes solos com muita freqüência. O efeito de cada elemento separadamente, cálcio (Ca), zinco (Zn), boro (B), molibdênio (Mo), cobre (Cu) e manganês (Mn), pode ser observado no crescimento da planta, produção ou mesmo na eficiência da fixação do nitrogênio atmosférico.

A aplicação de calcário aumentou a produção (Goepfert et al. 1974, Guazelli et al. 1973) e estimulou a nodulação da soja (Döbereiner & Arruda 1967, Sampaio & Döbereiner 1968).

Trabalhos realizados em diversas culturas, em solos de cerrado, mostram respostas à aplicação de zinco (Pereira et al. 1973, Galvão et al. 1978, Galvão & Lopes 1980, Buzetti & Nakagawa 1983,

¹ Aceito para publicação em 25 de setembro de 1985.

² Eng. - Agr., EMBRAPA/PNPBS, km 47, CEP 23460 Seropédica, RJ. Bolsista do CNPq.

³ EMBRAPA/PNPBS.

⁴ Eng. Agr., M.S., Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária (EMGOPA), Caixa Postal 49, CEP 74000 Goiânia, GO.

⁵ Prof.-Adj. da UFRRJ/IF/DCA, km 47, RJ.

⁶ Bolsista do CNPq (Pós-Graduação, UFRRJ/Dep. Solos), RJ.

Vitti et al. 1983). Reuter et al. (1982), Loneragan et al. (1982) citam a ocorrência de deficiência de zinco, induzida pela aplicação de dosagens altas de fósforo.

Alguns solos mostram resposta à aplicação de boro (De-Polli et al. 1976), aumentando a fixação de nitrogênio em soja (Ruschel et al. 1969), bem como a produção de matéria seca da parte aérea (Werner & Mattos 1974).

O molibdênio é um constituinte das enzimas nitrogenase e nitrato-redutase e, portanto, interfere nos processos de fixação e absorção de nitrogênio (Clarkson & Hanson 1980). Werner & Mattos (1974) citam aumentos do peso seco da planta e de nódulos em soja perene, ocasionados pela aplicação de molibdênio.

Em algumas condições, Mn é deficiente e, em outras, tóxico (De-Polli et al. 1976, Franco & Döbereiner 1971, Souto & Döbereiner 1969).

De-Polli et al. 1976, citam efeitos da interação Mo x Cu no peso seco de nódulos. Além das deficiências nutricionais encontradas a princípio, em áreas de cerrado, no primeiro ano de cultivo, surgiram dificuldades com a nodulação da soja, restringindo seu estabelecimento, até que duas novas estirpes de *Rhizobium*, muito competitivas (29W e 587), foram introduzidas (Peres et al. 1982). Estas estirpes apresentam resistência a 80 e 150 ppm de estreptomina, respectivamente (Scotti et al. 1980).

Actinomicetos têm sido encontrados em número elevado em diversos solos. Coelho & Drozdowicz (1978) citam que 77% a 98% do total de microrganismos, em um solo ácido de cerrado, eram actinomicetos. A calagem pode induzir um desequilíbrio microbiano no solo, levando a um aumento do número de actinomicetos e possível produção de antibióticos na rizosfera das plantas (Baldani et al. 1982). As estirpes de *Rhizobium* introduzidas devem ser, portanto, resistentes a esses antibióticos, para se estabelecerem e competir com a microflora nativa, no processo de infecção e nodulação das leguminosas (Scotti et al. 1980).

Neste trabalho, foram avaliadas respostas à aplicação dos micronutrientes isolados e em presença de diferentes níveis de calcário, bem como o estabelecimento de estirpes isoladas dos nódulos dos diferentes tratamentos, em plantio de primeiro ano de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dois primeiros experimentos foram conduzidos em solo Latossolo Vermelho-Amarelo textura média (cerrado de primeiro ano de plantio), em campo, na região de Goiânia, em colaboração com a EMGOPA, nos anos agrícolas de 1981/82 e 1982/83. O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas, dispostas no campo em blocos ao acaso, com três repetições. Nas parcelas principais, foram distribuídos os níveis de calcário dolomítico (0, 2, 4 e 6 t/ha) com 80% de PRNT, aplicados 20 dias antes do plantio. Nas subparcelas, foram distribuídos nove tratamentos com micronutrientes, no experimento 1, e dez tratamentos com diferentes estirpes, no experimento 2. Foram realizadas três coletas: aos 30 dias após a germinação, na floração e no início do enchimento de grãos, avaliando-se o peso seco de nódulos, matéria seca e N total (Liao 1981) da parte aérea da planta, e produção de grãos.

O experimento 1 compreendeu os seguintes tratamentos: T1: completo (Zn, B, Mo, Cu, Mn); T2: testemunha; T3: FTE Br 12 (50 kg/ha); T4: completo menos Zn; T5: completo menos B; T6: completo menos Mo; T7: completo menos Cu; T8: completo menos Mn; e T9: completo mais Mg, com as seguintes dosagens, 4,4 kg/ha de Zn, 2,2 kg/ha de B, 0,39 kg/ha de Mo, 5,0 kg/ha de Cu, 5,6 kg/ha de Mn e 3,8 kg/ha de Mg. A adubação básica foi de 90 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O , aplicada no sulco de plantio. A variedade utilizada foi a 'Doko' e a inoculação foi feita a partir de uma suspensão de nódulos macerados, coletados de uma cultura de soja em solo de cerrado, metodologia esta, usada em inoculações anteriores e que demonstrou bons resultados em termos de nodulação. Por ocasião da floração, foram retirados dez nódulos de várias plantas nos tratamentos testemunhas, nos quatro níveis de calcário. Destes nódulos foram isoladas estirpes de *Rhizobium* que, após terem sido identificadas sorologicamente, foram utilizadas no experimento 2.

O experimento 2, com os tratamentos: T1: mistura de estirpes de *Rhizobium* (DF 383 + DF 395 + 965 st); T2: 965 st (resistente a 120 ppm estreptomina, st); T3: 29W; T4: macerado (inoculante macerado semelhante ao do experimento 1); T5: estirpe do grupo 566-0Ca (isolada do nível 0 t/ha de calcário); T6: estirpe do grupo 587-2Ca (isolada do nível 2 t/ha de calcário); T7: estirpe do grupo 29W-4Ca (isolada do nível 4 t/ha de calcário); T8: estirpe do grupo 566-6Ca (isolada do nível 6 t/ha de calcário); T9: testemunha sem N e sem inoculante; T10: testemunha com N e sem inoculante. As estirpes utilizadas são, originalmente, provenientes do CPAC, Brasília (DF 383 e DF 395), do km 47, Itaguaí, RJ (29W), Rodésia (965). As estirpes dos tratamentos T5, T6, T7 e T8 foram isoladas do tratamento testemunha do experimento 1, nas respectivas dosagens de calcário indicadas. Os isolados de nódulos feitos em vários níveis de calcário, tinham por objetivo verificar o comportamento destas estirpes em comparação com outras já anteriormente testadas, para tentar solucionar a nodulação deficiente no primeiro ano

de cultivo de soja, em regiões de cerrado, pois um desequilíbrio microbiano pode ser induzido pela calagem, acarretando aumento do número de actinomicetos e consequente produção de antibióticos. A variedade de soja utilizada foi a 'IAC 7' e a adubação básica foi de 128 kg/ha de P_2O_5 , 95 kg/ha de K_2O , 80 kg/ha de FTE Br 12 e 90 kg/ha de N na testemunha nitrogenada.

O experimento 3 foi instalado em vasos com quatro kg de solo, mantidos em casa de vegetação, utilizando-se solo Latossolo Vermelho-Amarelo de Pirai, RJ, com as seguintes características: pH=4,6; Al^{+++} =1,1 (meq/100 g); K^+ =0,14 (meq/100 g); Na^+ =0,03 (meq/100 g); Ca^{++} + Mg^{++} =1,06 (meq/100 g); P=1,8 (ppm); % N=0,13. A variedade utilizada foi a 'Doko'. O delineamento experimental foi um fatorial em blocos ao acaso, com dez tratamentos e três repetições, para cada um dos quatro níveis de calcário (0, 2, 4 e 6 t/ha), aplicados 20 dias antes do plantio. Os tratamentos foram formados pelas estirpes: T1: 965; T2: 965 st (resistente a estreptomicina); T3: 29W; T4: macerado (de nódulos de uma cultura de soja anterior); T5: 566 - 0Ca (isolada do nível 0 t/ha de calcário); T6: 587 - 2Ca (isolada do nível 2 t/ha de calcário); T7: 29W - 4Ca (isolada do nível 4 t/ha de calcário); T8: 566 - 6Ca (isolada do nível 6 t/ha de calcário); T9: testemunha sem N e sem inoculante; T10: testemunha com N mineral (60 kg/ha). As estirpes dos tratamentos T5, T6, T7 e T8 foram isoladas do tratamento testemunha do experimento 1, nos respectivos níveis de calcário. A adubação básica foi de 90 e 60 kg/ha de P_2O_5 e K_2O , respectivamente, 50 kg/ha de FTE Br 12 e 60 kg/ha de N na testemunha nitrogenada. As plantas foram coletadas aos 45 dias após a germinação, avaliando-se o peso seco de nódulos, N total, peso de matéria seca e atividade da enzima nitrogenase, estimada pelo método de redução do acetileno (ARA) (Dart et al. 1972).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste primeiro experimento, testaram-se os efeitos dos micronutrientes e da calagem na nodulação e produção da soja. As coletas de plantas realizadas aos 30 e 60 dias após a germinação (dados não tabelados), para as determinações de peso seco de nódulos, peso seco da parte aérea e N total, não apresentaram diferenças significativas para micronutrientes. Ocorreu menor peso de nódulos durante o enchimento de grãos (85 dias), no tratamento menos Zn, sem que isto tenha afetado N total da parte aérea (Tabela 1). O menor peso seco da parte aérea ocorreu no tratamento testemunha e no completo menos Zn, refletindo-se na produção de grãos de soja, mostrando que, nes-

se caso, a aplicação de Zn, na forma de FTE Br 12 (50 kg/ha), supriu a necessidade do elemento. Borges et al. (1974) indicam a necessidade de aplicação de Zn em soja, quando se faz calagem, e Hunter & Edwards (1981) citam que a aplicação de Zn aumentou o crescimento da raiz e parte aérea da soja.

Comparando os tratamentos aplicados e considerando os níveis de calcário (Tabela 2), destaca-se que a ausência de zinco foi responsável pela menor produção nos níveis 0 e 6 t/ha, o mesmo ocorrendo com a testemunha.

Observa-se, na Tabela 3, o efeito da calagem nos parâmetros estudados independentes dos micronutrientes. O nível mais alto de calcário (6 t/ha) provocou diminuição no peso seco de nódulos, não influenciando nos demais parâmetros até o período da floração. Estes resultados, talvez, tenham sido influenciados pela mineralização da matéria orgânica ou liberação de Mo no solo, com a aplicação de calcário, principalmente no início do desenvolvimento da planta. Freire et al. (1974) e Brandão et al. (1982) citam, respectivamente, a diminuição e inibição da nodulação em soja em decorrência da mineralização da matéria orgânica. O peso seco da parte aérea e N total, no nível 0 t/ha de calcário, foram menores aos 30 dias após a germinação.

Os efeitos negativos propiciados pelos níveis 0 e 6 t de calcário/ha, citados acima, refletiram-se na diminuição do peso seco e N total da parte aérea, durante o enchimento de grãos (Tabela 3). Uma diminuição na produção de grãos foi somente observada no nível 0 t/ha de calcário (Tabela 2).

No experimento 2, foram comparados os efeitos de vários inoculantes, inclusive o macerado de nódulos e inoculantes preparados com isolados do experimento 1, em diferentes níveis de calcário. Observou-se que (Tabela 4) inoculantes formados pelas estirpes 566 - 0Ca, 566 - 6Ca - 587 - 2Ca, 29W - 4Ca, 29W e a mistura DF 383 + DF 395 + 965 st, foram os que apresentaram melhor nodulação, por ocasião da floração. No período de enchimento de grãos, não ocorreram diferenças no peso seco de nódulos, acúmulo de matéria seca e N total da parte aérea, entre os diferentes inoculantes. Como era de esperar, no tratamento com N mineral, também foram observados aumentos sig-

TABELA 1. Efeito de micronutrientes na nodulação, matéria seca, N total e produção da soja, cultivar Doko, em solo LVA de Goiânia, durante o ano agrícola de 1981/82.

Tratamentos	Enchimento de grãos (85 dias)		N total da parte aérea (mg/planta)	Rendimento de grãos (kg/ha)
	Peso seco de nódulos (mg/planta)	Peso seco da parte aérea (g/planta)		
Completo	358ab	17,24a	256a	1339a
Testemunha	237ab	9,64c	179a	940c
FTE Br 12	283ab	15,01b	243a	1303ab
Completo - Zn	150b	11,28c	220a	1001c
Completo - B	395a	14,85ab	312a	1349a
Completo - Mo	279ab	14,74ab	290a	1431a
Completo - Cu	305ab	13,64ab	273a	1226abc
Completo - Mn	335ab	14,86ab	245a	1269ab
Completo + Mg	295ab	12,49bc	280a	1436a
C.V.	57	32	43	20

* Média de doze repetições (quatro níveis de calcário e três repetições).

** Os números seguidos da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 2. Resultados médios da produção de grãos de soja, por tratamentos e níveis de calcário, Goiânia, 1981/82.

Tratamentos	Níveis de calcário (t/ha) *			
	0	2	4	6
Produção média de grãos				
Completo	821b	1.312ab	1.667a	1.555a
Testemunha	715b	1.295a	1.056ab	696b
FTR Br-12	835b	1.443a	1.451a	1.483a
Completo - Zn	795b	1.392a	1.157ab	664b
Completo - B	811b	1.253ab	1.739a	1.595a
Completo - Mo	763b	1.555a	1.739a	1.669a
Completo - Cu	760a	1.275a	1.309a	1.359a
Completo - Mn	739b	1.315a	1.493a	1.531a
Completo + Mg	1.103b	1.445a	1.683a	1.613a
Média	827b	1.365a	1.477a	1.315a

* Os números seguidos pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

nificativos no peso seco e N total da parte aérea, com relação à testemunha sem N. A aplicação de suspensão de nódulos macerados, bem como as estirpes isoladas de nódulos formados neste processo, apresentaram comportamento semelhante, em termos de peso seco da parte aérea e N total, ao das demais estirpes utilizadas neste experimento. A calagem não influenciou o processo de nodulação (dados não tabelados).

No experimento 3, conduzido em casa de vegetação, no km 47, RJ, estudou-se o comportamento das estirpes de *Rhizobium japonicum*, testadas no experimento 2 em campo, em quatro níveis de calagem. Todos os inoculantes se comportaram significativamente superiores às testemunhas, com e sem N, para o peso seco de nódulos (Tabela 5). Os tratamentos provenientes das estirpes 29W-4Ca, 29W, 965 e 566 - 0Ca, apresentaram uma ativi-

TABELA 3. Efeito da calagem na nodulação, matéria seca e nitrogênio total da soja (cultivar Doko), em LVA, Goiânia, durante o ano agrícola de 1981/82*.

Níveis de calcário t/ha	Peso seco de nódulos (mg/planta)	Peso seco parte aérea (g/planta)	N total (mg/planta)
Após germinação (30 dias)			
0	33a	0,91b	26b
2	21ab	1,13a	34a
4	31a	1,28a	40a
6	14b	1,26a	37a
Floração (60 dias)			
0	163a	4,28a	81a
2	120ab	5,49a	104a
4	124ab	5,28a	102a
6	78b	4,71a	99a
Enchimento de grãos (85 dias)			
0	265a	10,77c	188b
2	323a	15,23ab	258ab
4	298a	16,79a	325a
6	286a	13,72a	251b

* Os números são médias de 27 repetições e quando seguidos da mesma letra, não diferem entre si, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Efeito de diferentes inoculantes, na nodulação, matéria seca e nitrogênio total, na soja (cultivar IAC 7), em LVA de Goiânia, durante o ano agrícola de 1982/83*.

Tratamentos (inoculantes)	Peso seco de nódulos (mg/pl.)		Parte aérea da planta (85 dias)	
	Floração (60 dias)	Enchimento de grãos (85 dias)	Peso seco g/planta	N total mg/planta
DF 383+ DF 395+ 965st	185ab	409ab	36,8ab	153a
965st	109bcd	311ab	26,7ab	102ab
29W	149ab	467ab	36,1ab	147a
Macerado**	110bcd	366ab	28,8ab	98ab
566 - 0Ca***	203ab	492a	26,1ab	97ab
566 - 6Ca***	259a	557a	21,0ab	85ab
587 - 2Ca***	168ab	425ab	34,4ab	130ab
29W - 4Ca***	146abc	530a	38,4a	149a
Test. sem N e sem inoc.	21cd	173b	18,2b	61b
Test. com N e sem inoc.	9d	193b	32,6ab	96ab
C.V. (%)	72	58	51	51

* Os números são médias de doze repetições (quatro níveis de calcário e três repetições) e quando seguidos da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

** Inoculante proveniente de nódulos macerados de uma cultura de soja anterior.

*** Inoculantes provenientes de estirpes de *Rhizobium* isoladas do tratamento testemunha do experimento 1, nos níveis de 0, 2, 4, e 6 t/ha de calcário, respectivamente, e identificadas posteriormente por sorologia.

TABELA 5. Efeito de diferentes inoculantes na nodulação, atividade da nitrogenase, matéria seca e nitrogênio total da soja (cultivar Doko), aos 45 dias após a germinação*.

Tratamentos (inoculantes)	Ativ. nitrogenase ($\mu\text{mol C}_2\text{H}_4/\text{pl.h}$)	Peso seco de nódulos (mg/planta)	Peso seco parte aérea (g/planta)	N total (mg N/pl.)
965	3,57abc	40ab	2,58ef	40ab
965st	2,06cd	41ab	2,86d	46ab
29W	5,02ab	60ab	2,94c	49a
Macerado**	2,80bcd	29ab	2,84d	45ab
566 0Ca***	3,20abc	34ab	2,88cd	43ab
587 2Ca***	2,09cd	36ab	2,69e	41ab
29W 4Ca***	5,48a	79a	3,05b	50a
566 6Ca***	2,09cd	20ab	3,01b	43ab
Test. sem N, sem inoc.	0,41d	2b	2,46f	30b
Test. com N, sem inoc.	0,30d	4b	3,68a	51a
C.V. (%)	70	63	17	26

* Conduzido em casa de vegetação em solo LVA, Piraí, RJ, durante o ano de 1982. Os números são médias de doze repetições (quatro níveis de calcário e três repetições) e quando seguidos pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

** Inoculante proveniente de nódulos macerados de uma cultura de soja anterior.

*** Inoculantes provenientes de estirpes de *Rhizobium* isoladas do tratamento testemunha do experimento 1, nos níveis de 0, 2, 4 e 6 t/ha de calcário, respectivamente, e identificadas posteriormente por sorologia.

TABELA 6. Efeito de níveis de calcário no peso seco de nódulos, matéria seca e nitrogênio total da soja cultivar Doko, aos 30 dias após germinação*.

N (veis de calcário (t/ha))	Peso seco de nódulos (mg/planta)	Peso seco parte aérea (g/planta)	N total (mg N/planta)	N total/ Peso nódulos (mg/mg)
0	77ab	1,90d	24d	0,31
2	94a	2,53c	32c	0,34
4	105a	3,30b	50b	0,48
6	56b	3,90a	69a	1,53

* Conduzido em casa de vegetação com solo LVA, Piraí, RJ, durante o ano de 1982. Os números são médias de 30 repetições (dez tratamentos x três repetições) e quando seguidos da mesma letra, não diferem entre si, segundo Tukey 5%.

dade da nitrogenase superior à dos demais inoculantes. O tratamento com N mineral proporcionou um aumento significativo do peso seco da parte aérea em relação aos demais tratamentos, mesmo não ocorrendo acúmulo de N total na planta.

Foi observado o efeito da calagem no peso seco dos nódulos (Tabela 6), acarretando aumento nos níveis de 2 e 4 t/ha. No nível 6 t/ha de calcário,

embora tenha ocorrido menor peso de nódulos, N total e matéria seca obtidos foram maiores, talvez, devido à mineralização da matéria orgânica. Outra possibilidade seria a de que, embora tenha havido menor nodulação, os nódulos foram mais eficientes em fixar o nitrogênio atmosférico, possivelmente, devido à liberação de Mo do solo pelo calcário (Franco et al. 1970, Nery et al. 1976).

CONCLUSÕES

1. Nos solos testados (LVA-Cerrado), primeiro ano de cultivo da região de Goiânia, foi observado efeito de Zn na produção de grãos e na nodulação da soja. A aplicação de FTE foi suficiente para corrigir a deficiência deste micronutriente.

2. De um modo geral, as estirpes de *R. japonicum*, isoladas nas diferentes condições de calagem, comportam-se de maneira semelhante à das estirpes adaptadas às condições de cerrado de primeiro ano de cultivo de soja.

3. A aplicação de 4 t/ha de calcário foi suficiente para atingir o máximo de produção nestes solos.

REFERÊNCIAS

BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D.; XAVIER, D.F.; BODDEY, R.M. & DÖBEREINER, J. Efeito da calagem no número de actinomicetos e na porcentagem de bactérias resistentes à estreptomomicina na rizosfera de milho, trigo e feijão. *R. Microbiol.*, 13(3):250-63, 1982.

BORGES, A.C.; FREIRE, J.R.J. & BRAGA, J.A. Experimento sobre o efeito da calagem, molibdênio, enxofre e zinco sobre a nodulação e fixação do nitrogênio em soja. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 7., Argentina, 1974. Anais... s.l., Inst. Agrotec. Fac. Ci. Agr., 1974. p.40-56.

BRANDÃO, P.G.S.; DUQUE, F.F. & DIDONET, A.D. Tolerância a Al³⁺ e baixo P de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) correlacionada com a fixação de nitrogênio em solução nutritiva. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, DF, 1981. Anais... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. v.2, p.778-96.

BUZETTI, I.S. & NAKAGAWA, J. Avaliação das necessidades de enxofre e de micronutrientes na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em solo sob vegetação de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., Curitiba, PR, 1983. Anais... Curitiba, Soc. Bras. Ci. Solo, 1983. p.61.

CLARKSON, D.T. & HANSON, J.B. The mineral nutrition of higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31: 239-98, 1980.

COELHO, R.R.R. & DROZDOWICZ, A. The occurrence of actinomycetes in a cerrado soil in Brazil. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 15(4):459-73, 1978.

DART, P.J.; DAY, J.M. & HARRIS, D. Assay of nitrogenase activity by acetylene reduction. In: USE OF ISOTOPES FOR STUDY OF FERTILIZER UTILIZATION BY LEGUME CROPS. Vienna, FAO/IAEA, 1972. p.85-100.

DE-POLLI, H.; SUHET, A.R. & FRANCO, A.A. Micronutrientes limitando a fixação de nitrogênio atmosférico

rico e produção de centrosema em solo Podzólico Vermelho-Amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, SP, 1975. Anais... Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1976. p.151-6.

DÖBEREINER, J. & ARRUDA, N.B. de. Interrelações entre variedades e nutrição na nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 2:475-87, 1967.

FRANCO, A.A. & DÖBEREINER, J. Toxidez de manganês de um solo ácido na simbiose soja-*Rhizobium*. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 6:57-66, 1971.

FRANCO, A.A.; MARANHÃO, J.I.M. & DÖBEREINER, J. Influência de revestimentos das sementes no estabelecimento da nodulação de *Centrosema pubescens* Benth em solo ácido com toxidez de Mn. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, RJ, 1970. Anais... Rio de Janeiro, Dep. Nac. Pesq. Agropec. Centro-Sul, 1970. p.292-302.

FREIRE, J.R.J.; VIDOR, C. & BREMNER, H. Efeito de diferentes níveis de inoculação e de calagem na simbiose de *Rhizobium* e *Glycine max* (L.) Merrill, em Oxissol ácido do planalto rio-grandense. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 7., Argentina, 1974. Anais... s.l., Inst. Agrotec. Fac. Ci. Agr., 1974. p.124-6.

GALRÃO, E.Z. & LOPES, A. Deficiências nutricionais em solos de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 5., Brasília, DF, 1979. Uso e manejo. Brasília, Editerra, 1980. p.595-614.

GALRÃO, E.Z.; SUHET, A.R. & SOUSA, D.M.G. Efeito de micronutrientes no rendimento e composição química do arroz (*Oryza sativa* L.) em solo de cerrado. *R. bras. Ci. Solo.*, 2:129-32, 1978.

GOEFFERT, C.F.; MOURA, R.C. de & RODRIGUES, A.C. Efeito na soja (*Glycine max* (L.) Merrill) da aplicação de fontes e níveis de fósforo em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo no Rio Grande do Sul. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 7., Argentina, 1974. Anais... s.l., Inst. Agrotec. Fac. Ci. Agr., 1974. p.133-40.

GUAZZELLI, R.J.; MENDES, J.P.; RAUWIN, G.R. & MILLER, S.F. Efeitos agrônômicos e econômicos do calcário, nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e micronutrientes nos rendimentos de soja, feijão e arroz em Uberaba, Minas Gerais. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 8(6):29-37, 1973.

HUNTER, M.N. & EDWARDS, D.G. The influence of watering regimen on soil pH and zinc nutrition of soybean cv. Wills grown in soil pot culture. *Aust. J. Agric. Res.*, 32:871-81, 1981.

LIAO, C.F.H. Devarda's alloy method for total nitrogen determination. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45:1852-5, 1981.

LONERAGAN, J.F.; GRUNES, D.L.; WELCH, R.M.; ADUAYI, E.A.; TENGAH, A.; LAZAR, V.A. & CARY, E.E. Phosphorus accumulation and toxicity

- in leaves in relation to zinc supply. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 46:345-52, 1982.
- NERY, M.; PERES, J.R.R. & DÖBEREINER, J. Efeito de micronutrientes na forma de FTE na produção de leguminosas forrageiras e fixação de N₂. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, SP, 1976. Anais ... Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1976. p.157-62.
- PEREIRA, J.; VIEIRA, I.F.; MORAES, E.A. & REGO, A.S. Níveis de sulfato de zinco em milho (*Zea mays*) em solos de campo cerrado. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro 8(7):187-91, 1973.
- PERES, J.R.R.; VARGAS, M.A.T. & SUHET, A.R. Sobre-vida e competitividade de estirpes de *Rhizobium japonicum* em cultivares de soja em um solo de cerrado. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, DF, 1981. Anais ... Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. v.2, p.766-77.
- REUTER, D.J.; LONERAGAN, J.F.; ROBSON, A.D. & PASKETT, D. Zinc in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L. cv. Seaton Park). II. Effects of phosphorus supply of the relationship between zinc concentration in plant parts and yield. *Aust. J. Agric. Res.*, 33:1001-8, 1982.
- RUSCHEL, A.P.; BRITTO, D.P.P. de S. & CARVALHO, L.F. de. Efeito do boro, molibdênio e zinco quando aplicados ao revestimento da semente, na fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 4:29-37, 1969.
- SAMPAIO, I.B.M. & DÖBEREINER, J. Efeito do sombreamento e do calcário na taxa relativa de fixação de nitrogênio e na eficiência dos nódulos da soja (*Glycine max*). *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, Rio de Janeiro, 3:255-62, 1968.
- SANCHEZ, P.A. & SALINAS, J.G. Low input technology for managing Oxisols and Ultisols in tropical America. *Adv. Agron.*, 34:279-406, 1981.
- SCOTTI, M.R.M.M.L.; SÁ, N.M.H.; VARGAS, M.A.T. & DÖBEREINER, J. Requirement for streptomycin resistance of *Rhizobium* for the nodulation of legumes in cerrado regions. *An. Acad. Bras. Ci.*, 52(3): 650-1, 1980.
- SOUTO, S.M. & DÖBEREINER, J. Toxidez de manganês em leguminosas forrageiras tropicais. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 4:129-38, 1969.
- VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E. & PERECIN, D. Nutrição mineral da soja. II. Efeito de zinco - experimento em vasos com terra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19., Curitiba, PR, 1983. Anais ... Curitiba, Soc. Bras. Ci. Solo, 1983. p.62.
- WERNER, J.C. & MATTOS, H.B. Ensaio de fertilização com alguns micronutrientes em soja perene (*Glycine wightii* Wild). In: REUNIÃO LATINOAMERICANA SOBRE RHIZOBIUM, 7., Argentina, 1974. Anais ... s.l., Inst. Agrotec. Fac. Ci. Agr., 1974. p.354-71.