

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE GESSO E CALCÁRIO DOLOMÍTICO EM DOIS SOLOS ÁCIDOS CULTIVADOS COM SOJA-PERENE (1)

(Effects of gypsum and lime on perennial soybean grown in two acid soils)

MARIA TEREZA COLOZZA (2), SUELY APARECIDA DE LIMA SAVASTANO (2), JOAQUIM CARLOS WERNER (3) e FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO (4)

RESUMO: Em ensaio de vasos, realizado em casa de vegetação, no Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (SP), testaram-se os efeitos da aplicação de gesso, calcário dolomítico, magnésio e enxofre, em dois solos ácidos: um Podzólico Vermelho-Amarelo — variação Laras, e um Latossolo Vermelho-Amarelo — fase terraço, cultivados com soja-perene variedade *rimaro*. A calagem foi efetuada em três níveis (sem calagem; Al^{3+} X 1,5; Al^{3+} X 3,0). As quantidades em gesso foram baseadas no equivalente em cálcio fornecido pelo calcário dolomítico. Por ocasião do plantio, foi realizada uma adubação básica com P, K, B, Cu, Zn e Mo e os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso com três repetições. O cultivo da leguminosa se deu de fevereiro a junho de 1980, sendo efetuados dois cortes. Ambos os solos, além de problemas de acidez, também mostraram deficiência de enxofre para o normal crescimento e fixação de nitrogênio pela soja-perene. O gesso, como fonte de enxofre, teve efeitos expressivos das variáveis estudadas na soja, quando usado após correção da acidez do solo e da deficiência de magnésio através da calagem com calcário dolomítico. A aplicação isolada de gesso reduziu a produção de matéria seca e quantidade de nitrogênio da leguminosa estudada no solo de Nova Odessa. Entretanto, no de Pindamonhangaba, produziu efeitos positivos, mas pouco expressivos. Também foi constatada, nesses solos, deficiência de magnésio para o crescimento normal da soja-perene. O gesso proporcionou redução nos teores de alumínio livre e no valor pH e aumentou o teor de cálcio nos dois solos estudados.

INTRODUÇÃO

Entre os fatores que têm limitado a produtividade de nossas pastagens, encontram-se as condições de solos ácidos que ocorrem de maneira bastante significativa. Nesse aspecto, os pesquisadores relacionados com o assunto têm constantemente mostrado suas preocupações no sentido de utilizar subprodutos de indústria como corretivo de acidez do solo. O gesso, subproduto industrial, altamente disponível no mercado, apresenta-se como opção para o fornecimento de cálcio, além de conter enxofre. Segundo informações de pesquisadores, o cálcio proveniente do gesso encontra-se mais disponível quando comparado com outras fontes. Isso faz com que o gesso mereça estudos mais detalhados quanto a sua utilização, uma vez que nossas áreas destinadas a pastagens são extensas e, o custo deste produto, relativamente baixo.

Revisando trabalhos de calagem e seus efeitos

sobre propriedades químicas, físicas e biológicas de solos tropicais, MARTINI¹⁶ comenta que, entre seus benefícios, estão os seguintes: suprir cálcio e magnésio; reduzir os níveis tóxicos de alumínio, ferro e manganês solúveis; melhorar a disponibilidade de alguns nutrientes como P, N e S, e estimular maior atividade microbiana no solo. Comenta ainda que a calagem, elevando o pH e reduzindo o alumínio solúvel (precipitando-o na forma de hidróxido), além de eliminar o efeito tóxico do elemento sobre as plantas, restringe a capacidade de fixar ou imobilizar o fósforo. Vários autores, citados por BRAGA & FONTES³, consideram que, com a adição de calcário no solo e sua solubilização, têm-se como efeitos principais a elevação dos valores pH e dos teores de cálcio e/ou magnésio desses solos. Cálcio e magnésio, após a dissolução do calcário, passam a fazer parte do equilíbrio fase

(1) Projeto IZ-581, Parte do acordo IZ/Ultrafertil S.A., Indústria e Comércio de Fertilizantes. Recebido para publicação a 24 de julho de 1981.

(2) Estagiária da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens. Bolsista do CNPq.

(3) Da Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

(4) Da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras, Divisão de Nutrição Animal e Pastagens.

sólida-solução dos solos, ficando sujeitos à movimentação no sentido vertical, portanto, a perdas por lixiviação. Ainda o equilíbrio cálcio, magnésio e potássio é afetado, podendo eventualmente manifestar-se em um antagonismo quanto à sua absorção pelas plantas.

Muitos trabalhos, realizados com diferentes leguminosas forrageiras nas mais variadas condições de solos tropicais, mostram os efeitos da aplicação do calcário sobre número, tamanho, peso dos nódulos e aumento do nitrogênio total (CARVALHO⁴; CARVALHO et alii⁵; DÖBEREINER & ARRUDA⁷; DÖBEREINER et alii⁸; EIRA et alii⁹; FRANÇA & CARVALHO¹⁰; FRANCO et alii¹¹; SOUTO & DÖBEREINER²¹ e VINCENT²²).

ANDREW² afirma que as leguminosas diferem na sua habilidade de nodular em substratos com diferentes valores de pH e suprimento de cálcio e que o ótimo crescimento, bem como a máxima quantidade fixada de nitrogênio, são dependentes do pH e nível de cálcio satisfatório.

Em um ensaio de vasos, JONES & FREITAS¹² estudaram as respostas do cálcio em quatro leguminosas forrageiras, verificando que, na ausência desse elemento, a soja-perene foi a menos produtiva. Isso demonstra a sensibilidade da espécie com relação a solos ácidos, tornando-se essencial o uso de corretivos dessa acidez para obter produções satisfatórias. As maiores produções de matéria seca obtidas foram com a aplicação de 1.000kg de cálcio por hectare.

MONTEIRO¹⁷, estudando os efeitos do emprego de quatro doses de calcário dolomítico (0; 0,83; 1,66 e 2,49t/ha) num Podzólico Vermelho-Amarelo — variação Laras, com pH 4,8, cultivado com soja-perene *tinaroo*, observou que a produção de matéria seca, a nodulação e o nitrogênio total da leguminosa foram sempre crescentes até a maior dose de calcário aplicada e que, na ausência de calagem, a soja apresentou sintomas de toxicidade de manganês. Acréscimos na produção de matéria seca da soja-perene também foram obtidos por RIBEIRO et alii²⁰, num solo com pH 4,5, com aplicações de 0, 2 e 4 toneladas de calcário dolomítico por hectare, e por NEPTUNE¹⁸, num Latossol arenoso de pH 4,9, recebendo 2,5 toneladas de calcário por hectare.

Usando cálcio na forma de gesso no pélete, SOUTO & DÖBEREINER²² observaram, em soja-perene *tinaroo*, aumento no tamanho dos nódulos com tendência de redução do seu número, sem, contudo, verificar efeitos sobre o nitrogênio fixado.

DÖBEREINER⁶ conclui que os resultados obtidos para o gesso não podem ser analisados independente dos efeitos indiretos que ocorrem no solo, uma vez que a aplicação de gesso implicou num ligeiro declínio do pH do solo, aumentando assim a quantidade de manganês solúvel.

REEVE & SUMNER¹⁹, estudando o efeito de alguns condicionadores de solo sobre o efeito da toxicidade de alumínio em *Sorghum sudanense*, constataram que o gesso, apesar de não neutralizar a acidez do solo, fazia baixar os níveis de alumínio trocável e, ao mesmo tempo, aumentava o teor de manganês trocável de um Oxissol.

Com relação ao gesso, um estudo mais detalhado se faz necessário, uma vez que na literatura encontram-se poucos trabalhos envolvendo leguminosas forrageiras e sua produção.

McLUNG et alii¹⁴ e MALAVOLTA¹⁵ constataram que as reservas de enxofre na maioria dos solos do Estado de São Paulo são extremamente baixas. Contudo, esse elemento nem sempre tem recebido atenção especial (para um estudo mais detalhado) com vistas ao seu emprego em pastagens. Segundo ANDREW¹, o enxofre é um elemento importante no metabolismo do nitrogênio pelas leguminosas, mas não há evidência de que tenha papel direto no processo simbiótico de fixação de nitrogênio. Entretanto, o A. cita trabalhos em que o enxofre aumentou o tamanho dos nódulos e mostrou efeitos benéficos no crescimento das leguminosas.

Em um ensaio do tipo subtração, JONES et alii¹³ trabalharam com um Latossolo Vermelho de campo cerrado, empregando oito leguminosas, entre elas a soja-perene. Como fonte de enxofre, utilizaram o H₂SO₄ à base de 60kg de enxofre por hectare e verificaram, na ausência do elemento, significativa redução na produção de matéria seca da soja-perene. Decréscimo na produção de matéria seca com a omissão de enxofre também foi constatado por JONES et alii¹³ em Latossolo Vermelho de cerrado.

JONES & FREITAS¹², em um ensaio em casa de vegetação com quatro leguminosas forrageiras utilizando um Latossolo Vermelho-Amarelo muito ácido, mostraram a resposta das mesmas à aplicação de cálcio e magnésio feita separadamente e em conjunto. Verificaram os AA. que a produção da soja-perene foi aumentada pela adição de cálcio ou magnésio e, mais ainda, pela adição dos dois elementos em conjunto.

EIRA et alii⁹ verificaram, num experimento em casa de vegetação, utilizando solo Podzólico Vermelho-Amarelo, que a adição de magnésio aumentou a produção de matéria seca e o teor de nitrogênio da soja.

O presente trabalho tem por finalidade estudar o comportamento do gesso e do calcário dolomítico, como fornecedores de cálcio e corretivos de acidez do solo, bem como do enxofre e do magnésio como complemento daqueles produtos no fornecimento destes nutrientes para a produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene *tinaroo*, quando cultivada em dois tipos de solo ácido.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em vasos, em casa de vegetação da Seção de Nutrição de Plantas Forrageiras do Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa (SP), no período de fevereiro a junho de 1980.

Utilizou-se terra de um Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras, proveniente da Estação Experimental de Nova Odessa, e de um Latossolo Vermelho-Amarelo — fase terraço, proveniente da Estação Experimental de Pindamonhangaba, coletadas a uma profundidade de 0-30cm, secas à sombra e peneiradas.

A análise da amostra original dos solos, realizada pela Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico, Campinas, apresentou os seguintes resultados: para o solo de Nova Odessa: M.O. (%) = 2,0; pH = 5,1; Al^{3+} = 0,8; Ca^{2+} = 0,7; Mg^{2+} = 0,2 (em emg/100ml de T.F.S.A.); K^+ = 44 e P = 2 (em $\mu g/ml$ de T.F.S.A.); para o solo de Pindamonhangaba: M.O. (%) = 2,4; pH = 4,7; Ca^{2+} = 0,4; Mg^{2+} = 0,2; Al^{3+} = 2,4 (em emg/100ml de T.F.S.A.); K^+ = 48 e P = 1 (em $\mu g/ml$ de T.F.S.A.).

Para a realização do ensaio, empregaram-se vasos de cerâmica com capacidade para 5kg de terra, os quais foram pintados internamente com tinta impermeabilizante e revestidos com sacos plásticos.

Foram estudadas, para ambos os solos, as combinações gesso x calagem, gesso x magnésio e calagem x enxofre. A calagem foi efetuada em três níveis, baseada na neutralização do alumínio trocável (sem calagem, $Al^{3+} \times 1,5$ e $Al^{3+} \times 3,0$), usando-se calcário dolomítico. O gesso foi também estudado em três níveis (0, 1 e 2), usando-se doses que forneceram as mesmas quantidades de cálcio supridas pelo calcário dolomítico. O gesso apresentava a seguinte composição química: 18,6% de cálcio e 15,0% de enxofre.

No quadro 1, são apresentadas as quantidades de calcário e gesso para ambos os solos, de acordo com os níveis aplicados.

Na combinação gesso x magnésio, este último elemento foi empregado na forma de óxido de magnésio, nas dosagens de 0, 54 e 108kg de Mg/ha, para o solo de Nova Odessa, e 0, 170 e 340kg de Mg/ha, para o de Pindamonhangaba. Na combinação calagem x enxofre, este elemento foi aplicado como sulfato de sódio nas quantidades de 0 e 40kg de S/ha, para ambos os solos.

Como modelo estatístico, empregou-se o delineamento em blocos ao acaso, com dezoito tratamentos e três repetições para cada solo em estudo. As análises estatísticas foram feitas separadamente para as combinações: gesso x calagem; gesso x magnésio e calagem x enxofre. Os tratamentos empregados e suas doses de cálcio, magnésio, enxofre e gesso para ambos os solos são mostrados no quadro 2.

Após a mistura dos corretivos de acidez do solo, aplicou-se água deionizada até próximo ou na capacidade de campo dos solos, deixando-se incubar por um período de aproximadamente quarenta dias.

Em 11-03-80 procedeu-se ao plantio da soja-perene var. *tinarao*, leguminosa forrageira indicada para essas regiões, sendo uma planta que não tolera solos ácidos.

Por ocasião do plantio, foi efetuada uma adubação básica em ambos os solos, conforme mostra o quadro 3, bem como uma amostragem de solo, tratamento por tratamento, cujas amostras foram enviadas ao Instituto Agronômico, Campinas, para análises químicas.

Durante todo o período de cultivo da leguminosa, os vasos foram irrigados diariamente com água destilada. Após a germinação das plântulas, procedeu-se a desbastes periódicos, deixando-se ao final cinco plantas por vaso.

O primeiro corte da leguminosa em ambos os solos foi efetuada em 28-04-80, deixando-se as plantas rebrotar para um segundo corte, realizado cerca de 50 dias após o primeiro.

Após o segundo corte, as raízes foram lavadas e, os nódulos, destacados. Todo o material coletado (parte aérea no primeiro e segundo corte e raízes e nódulos no segundo) sofreu secagem a 65°C em estufa por 48 horas, e pesagem.

Após moagem, o material proveniente da parte aérea de ambos os cortes e das raízes (segundo corte) foi enviado ao laboratório para análise do teor de nitrogênio, bem como para determinação de seus componentes minerais, que serão apresentados em uma segunda etapa do trabalho.

Também por ocasião do corte foi efetuada nova amostragem de solo, tratamento por tratamento, em ambos os solos, cujas amostras foram enviadas ao Instituto Agronômico, Campinas, para as devidas análises químicas.

QUADRO 1

Quantidade de calcário dolomítico e gesso correspondente aos níveis de calagem aplicados em ambos os solos

| Níveis de calagem | Nova Odessa | | Pindamonhangaba | |
|-------------------|---------------|------------|-----------------|------------|
| | t calcário/ha | t gesso/ha | t calcário/ha | t gesso/ha |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1,20 | 1,06 | 3,75 | 3,33 |
| 2 | 2,40 | 2,13 | 7,50 | 6,66 |

QUADRO 2

Quantidade de cálcio, magnésio e enxofre utilizada nos solos de Nova Odessa e Pindamonhangaba, por ocasião da sua incubação

| Tratamentos | Nova Odessa | | | Pindamonhangaba | | |
|--------------------------|-------------|----------|---------|-----------------|----------|---------|
| | kg Ca/ha | kg Mg/ha | kg S/ha | kg Ca/ha | kg Mg/ha | kg S/ha |
| 01. Testemunha | — | — | — | — | — | — |
| 02. Calcário 1 | 198 | 108 | — | 619 | 340 | — |
| 03. Calcário 2 | 396 | 216 | — | 1238 | 680 | — |
| 04. Só enxofre * | — | — | 40 | — | — | 40 |
| 05. Calcário 1 + S | 198 | 108 | 40 | 619 | 340 | 40 |
| 06. Calcário 2 + S | 396 | 216 | 40 | 1238 | 680 | 40 |
| 07. Gesso 1 | 198 | — | 160 | 619 | — | 500 |
| 08. Gesso 2 | 396 | — | 320 | 1238 | — | 1000 |
| 09. Gesso 1 + Mg 1 | 198 | 54 | 160 | 619 | 170 | 500 |
| 10. Gesso 2 + Mg 1 | 396 | 54 | 320 | 1238 | 170 | 1000 |
| 11. Gesso 1 + Mg 2 | 198 | 108 | 160 | 619 | 340 | 500 |
| 12. Gesso 2 + Mg 2 | 396 | 108 | 320 | 1238 | 340 | 1000 |
| 13. Mg 1 | — | 54 | — | — | 170 | — |
| 14. Mg 2 | — | 108 | — | — | 340 | — |
| 15. Calcário 1 + gesso 1 | 396 | 108 | 160 | 1238 | 340 | 500 |
| 16. Calcário 1 + gesso 2 | 594 | 108 | 320 | 1857 | 340 | 1000 |
| 17. Calcário 2 + gesso 1 | 594 | 216 | 160 | 1857 | 680 | 500 |
| 18. Calcário 2 + gesso 2 | 792 | 216 | 320 | 2476 | 680 | 1000 |

QUADRO 3

Relação dos nutrientes, sais e doses utilizados no experimento

| Nutriente | Dose (kg/ha) | Sal ou Produto fornecedor |
|-----------|--------------|---|
| P | 80,00 | KH_2PO_4 |
| K | 100,00 | KH_2PO_4 |
| B | 0,50 | H_3BO_3 |
| Cu | 2,00 | Quelato (14% de Cu) |
| Zn | 2,00 | Quelato (14% de Zn) |
| Mo | 0,25 | $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Solo de Nova Odessa

a) Combinação gesso x calagem

No quadro 4, encontram-se os resultados referentes à produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene, em função dos níveis de calcário empregados independentemente dos níveis de gesso.

Observa-se que o efeito médio do calcário foi sempre significativo e positivo com os componentes linear e quadrático, significativos ao nível de 1% para as produções de matéria seca, bem como nitrogênio total e peso seco de nódulos da soja-perene. Resultados positivos da aplicação de calcário, ao trabalhar com soja-perene, foram encontrados por MONTEIRO¹⁷, com esse mesmo solo, e por vários autores, como JONES & FREITAS¹², NEPTUNE¹⁸, RIBEIRO et alii²⁰.

O efeito médio do gesso não chegou a ser significativo para a maioria das variáveis estudadas. Entretanto, a interação gesso x calagem foi significativa para a maioria delas, não o sendo apenas para a produção de matéria seca do primeiro corte (Fig. 1-a), onde o efeito médio do gesso foi significativo e positivo, independentemente do nível de calcário, e para o peso de nódulos (Fig. 1-c), onde o efeito do gesso não chegou a ser estatisticamente significativo, apresentando, porém, uma tendência de aumento com a primeira dose de gesso e de decréscimo com a dose maior. Para as demais variáveis estudadas, a interação gesso x calcário foi significativa e, no desdobramento dessa interação, observou-se que o gesso sempre apresentou efeito negativo na ausência de calagem (Figs. 1-b; 2-a, b e c e 3-a, b e c).

Na presença dos níveis 1 e 2 de calcário, as respostas aos níveis de gesso variaram de acordo com as variáveis estudadas. Assim é que o gesso, na sua dose maior e em presença do nível 1 de calagem, apresentou tendência de aumentar as produções de matéria seca da parte aérea do segundo corte (Fig. 2-a) e da planta inteira (Fig. 2-c) e na quantidade de nitrogênio total da parte aérea do primeiro corte (Fig. 1-b) e da parte aérea e planta inteira do segundo corte (Fig. 3-a e c). Apresentou, porém, efeito significativo e depressivo para a produção de matéria seca e nitrogênio total nas raízes (Figs. 2-b e 3-b).

Na presença do nível 2 de calagem, o gesso proporcionou aumentos significativos para a produção de matéria seca da parte aérea, raízes e planta inteira referentes ao segundo corte (Figs. 2-a, b e c), o mesmo acontecendo para a quantidade de nitrogênio da parte aérea do primeiro corte, parte aérea, raízes e planta inteira do segundo corte (Figs. 1-b; 3-a, b e c).

b) Combinação gesso x magnésio

No quadro 5, são apresentados os resultados referentes à produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação de soja-perene, em função dos níveis de magnésio empregado, independentemente dos níveis de gesso.

Verifica-se que o efeito médio do magnésio para todas as variáveis estudadas foi significativo e linearmente positivo ao nível de 1%. O efeito quadrático só foi significativo para as variáveis nitrogênio total da parte aérea do primeiro corte e para o peso de nódulos. Efeitos positivos da aplicação de

QUADRO 4

Produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene, cultivada no solo de Nova Odessa, em função dos níveis de calagem. Significância do teste F^a para os componentes linear e quadrático. Médias de três repetições e dos três níveis de gesso

| Níveis de calagem | 1º corte - Parte aérea | | Segundo corte | | | | | | Nódulos ^b mg/vaso |
|-------------------|------------------------|--------------------|---------------|------|----------------|-----------------|------|----------------|---------------------------------|
| | M.S. g/vaso | N total mg/vaso | M.S. g/vaso | | | N total mg/vaso | | | |
| | | | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | |
| 0 | 7,54 | 104 | 6,88 | 3,00 | 9,88 | 150 | 66 | 216 | 18,92 |
| 1 | 9,36 | 156 | 12,02 | 5,07 | 17,09 | 280 | 118 | 399 | 23,84 |
| 2 | 9,34 | 152 | 12,01 | 5,14 | 17,23 | 287 | 122 | 409 | 22,38 |
| Regr. linear | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * |
| Regr. quadr. | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | * |
| C.V.(%) | 6,0 | 11,5 | 11,7 | 9,0 | 9,4 | 14,8 | 9,9 | 12,0 | 11,7 |

(a) (*) e (**) Significâncias aos níveis de 5 e 1%.

(b) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

— x — Sem colagem
 - - - - - Nível 1 de colagem
 ——— Nível 2 de colagem
 - · - · - Média dos 3 níveis de colagem

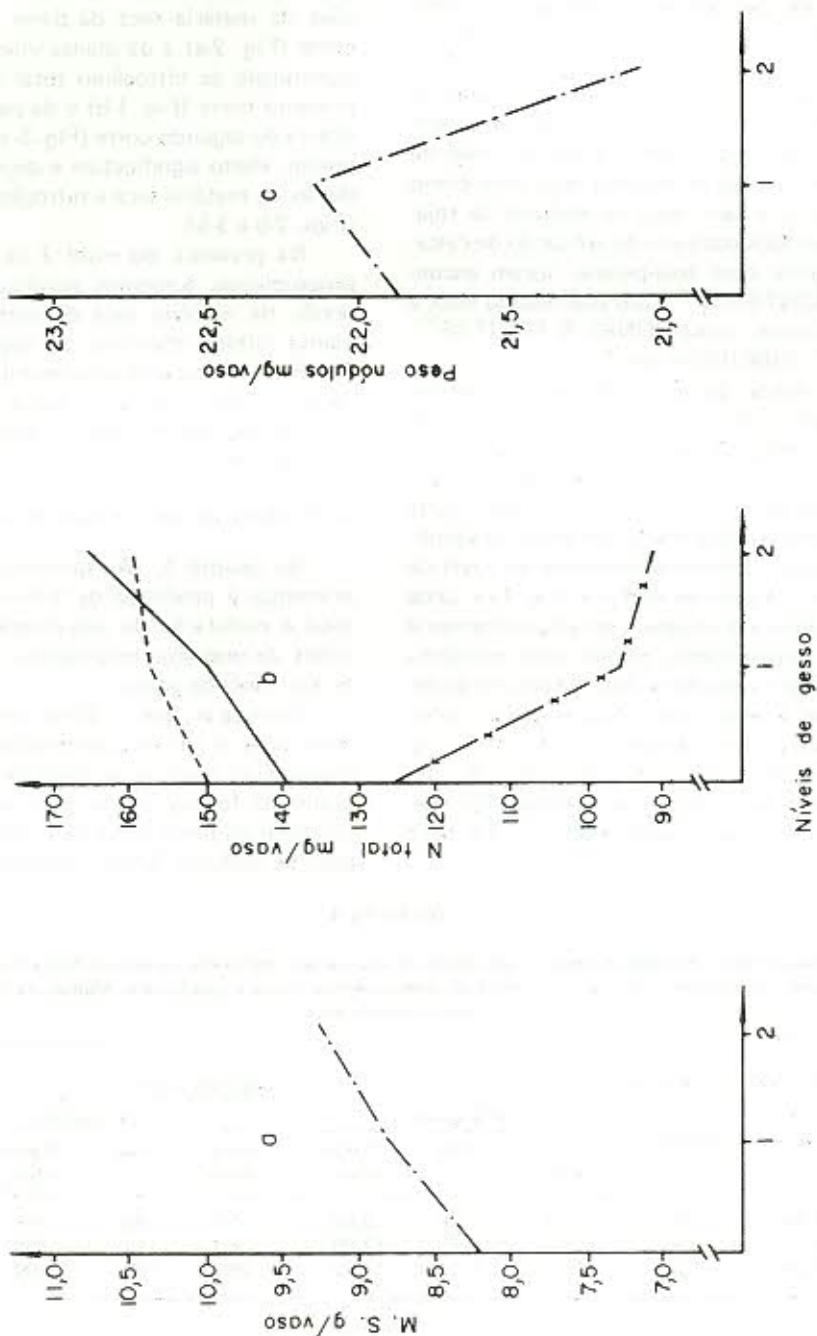


Fig. 1 - Variações na produção de matéria seca (a), nitrogênio total (b) da parte aérea do primeiro corte, e peso seco de nódulos (c) ao tempo do segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Nova Odessa.

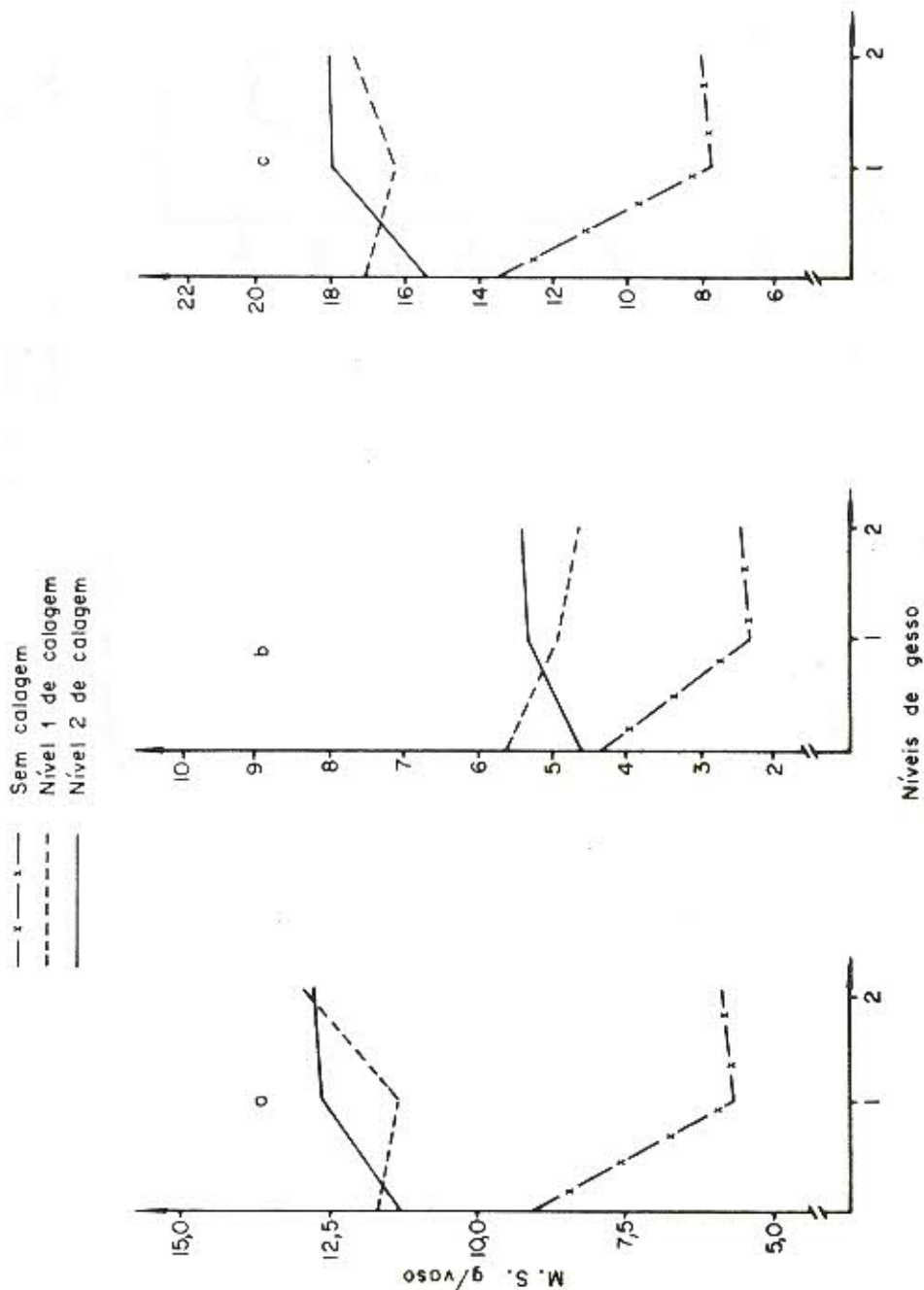


Fig.2 - Variações na produção de matéria seca da parte aérea (a), raízes (b) e planta inteira (c) do segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Nova Odessa.

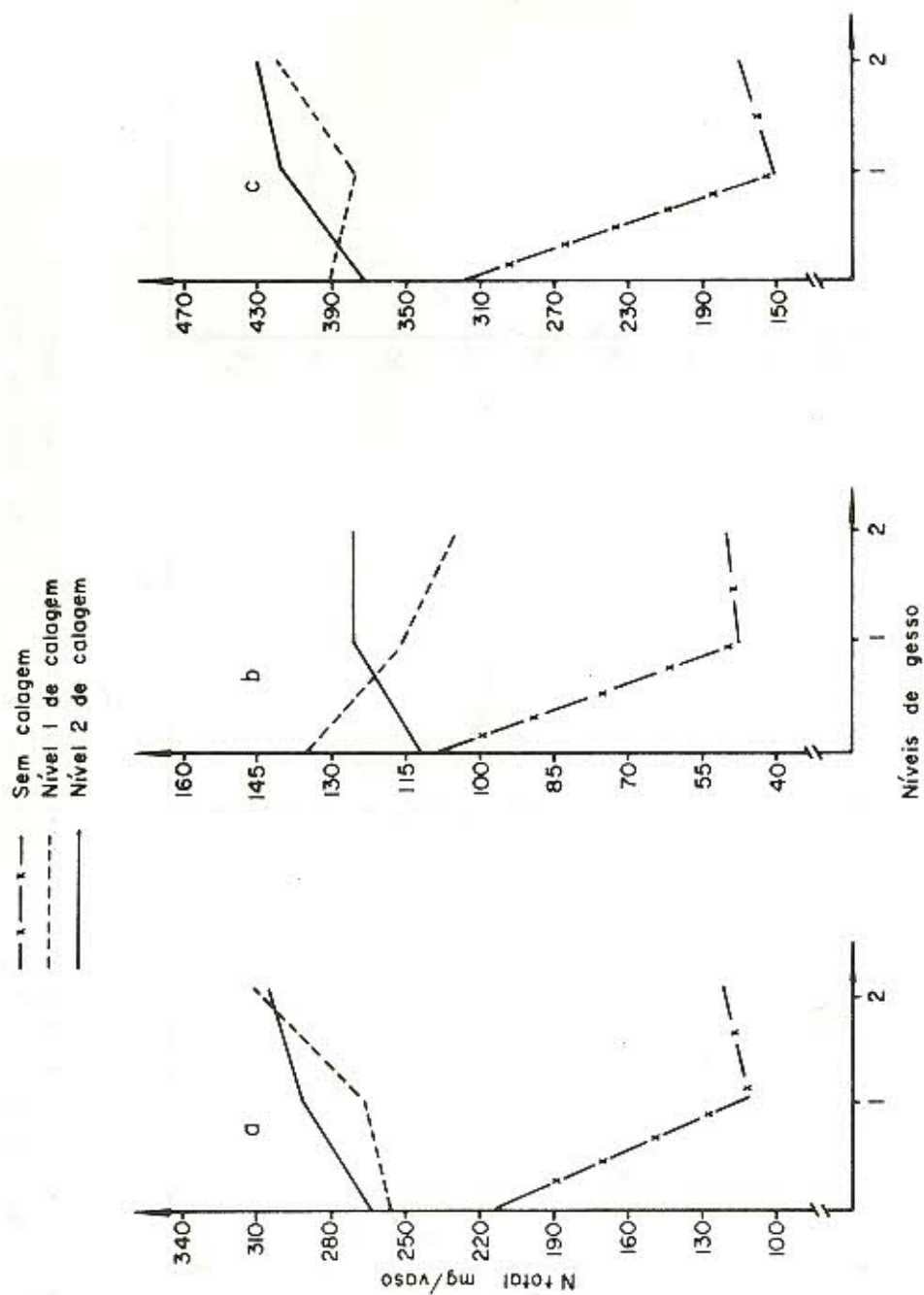


Fig. 3—Variações no nitrogênio total da parte aérea (a), raízes (b) e planta inteira (c), obtidos no segundo corte mediante níveis de gesso. Solo de Nova Odessa.

magnésio também foram obtidos por EIRA e alii⁹ e JONES & FREITAS¹², quando trabalharam com soja-perene.

O efeito médio do gesso, quando combinado com níveis de magnésio, na ausência de calagem, foi significativamente depressivo para a maioria das variáveis, não chegando a ser estatisticamente depressivo para a produção de matéria seca do primeiro corte (Fig. 4-a) e para a nodulação (Fig. 4-b), onde a interação gesso x magnésio foi significativa, sendo o efeito do gesso negativo na ausência de magnésio e positivo na sua presença. Comparando-se os dados obtidos da combinação gesso x cala-

gem (já discutidos) e gesso x magnésio, inferese que o gesso não produziu bons resultados na soja-perene quando aplicado sem a prévia correção do solo com calagem, mesmo quando se aplicou magnésio como nutriente no solo de Nova Odessa.

c) Combinação calagem x enxofre

Pelos dados de produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene, em função dos níveis de calcário, independentemente dos níveis de enxofre, aplicado como sulfato de sódio, apresentados no quadro 6, pode-se observar que o efeito médio da calagem (na ausência e na presença

QUADRO 5

Produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene cultivada no solo de Nova Odessa, em função dos níveis de magnésio. Significância do teste F^a para os componentes linear e quadrático. Médias de três repetições e dos três níveis de gesso

| Níveis de magnésio | 1º corte - Parte aérea | | Segundo corte | | | | | | Nódulos ^b mg/vaso |
|--------------------|------------------------|--------------------|---------------|------|----------------|-----------------|------|----------------|---------------------------------|
| | M.S. g/vaso | N total mg/vaso | M.S. g/vaso | | | N total mg/vaso | | | |
| | | | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | |
| 0 | 7,54 | 104 | 6,88 | 3,00 | 9,88 | 150 | 66 | 216 | 18,92 |
| 1 | 8,37 | 121 | 9,84 | 4,28 | 14,12 | 220 | 99 | 320 | 23,17 |
| 2 | 8,99 | 137 | 10,52 | 4,41 | 14,93 | 251 | 107 | 359 | 22,41 |
| Regr. linear | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Regr. quadr. | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * |
| C.V.(%) | 5,4 | 8,9 | 11,7 | 20,1 | 11,3 | 15,1 | 19,6 | 14,3 | 11,1 |

(a) (*) e (**) Significâncias aos níveis de 5 e 1%. ns - Não significativo.

(b) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

QUADRO 6

Produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene cultivada em solo de Nova Odessa, em função dos níveis de calagem. Significâncias do teste F^a para os componentes linear e quadrático. Médias de três repetições e dos dois níveis de enxofre

| Níveis de calagem | 1º corte - Parte aérea | | Segundo corte | | | | | | Nódulos ^b mg/vaso |
|-------------------|------------------------|--------------------|---------------|------|----------------|-----------------|------|----------------|---------------------------------|
| | M.S. g/vaso | N total mg/vaso | M.S. g/vaso | | | N total mg/vaso | | | |
| | | | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | |
| 0 | 7,81 | 125 | 9,41 | 4,26 | 13,67 | 220 | 100 | 320 | 21,74 |
| 1 | 8,46 | 144 | 11,66 | 5,19 | 16,84 | 268 | 119 | 386 | 22,75 |
| 2 | 8,74 | 143 | 10,78 | 4,54 | 15,32 | 259 | 109 | 367 | 20,34 |
| Regr. linear | ns | ns | * | ns | ns | ** | ns | ** | ns |
| Regr. quadr. | ns | ns | * | * | * | * | ns | ** | ns |
| C.V.(%) | 7,8 | 9,7 | 9,4 | 21,6 | 10,4 | 9,4 | 10,6 | 8,5 | 9,7 |

(a) (*) e (**) Significâncias aos níveis de 5 e 1%. ns - Não significativo

(b) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

- x — Sem magnésio
- - - - Nível 1 de magnésio
- / — Nível 2 de magnésio
- · — Média dos 3 níveis de magnésio

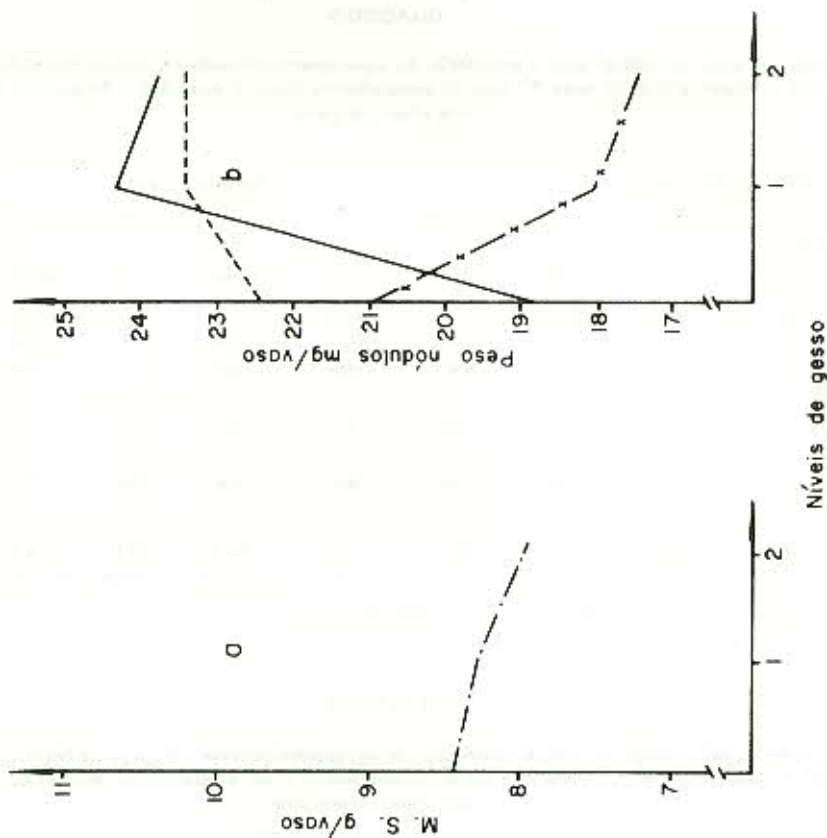


Fig. 4 - Variações na produção de matéria seca da parte aérea do primeiro corte (a) e peso seco de nódulos (b) ao tempo do segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Nova Odessa.

de enxofre sob a forma de sulfato de sódio) proporcionou aumentos estatisticamente significativos na produção de matéria seca da parte aérea, raízes e planta inteira e na quantidade total de nitrogênio da parte aérea e planta inteira ao tempo do segundo corte. Os efeitos não foram significativos para a produção de matéria seca e nitrogênio total da parte aérea do primeiro corte, nitrogênio total nas raízes e para peso de nódulos.

O enxofre aplicado na forma de sulfato de sódio não proporcionou efeitos significativos para qualquer dos parâmetros analisados.

B) Solo de Pindamonhangaba

a) Combinação gesso x calagem

Os dados de produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene, em função dos níveis de calagem, independentemente dos níveis de gesso, são apresentados no quadro 7. Pode-se observar que a aplicação de calcário, independentemente dos níveis de gesso, sempre proporcionou efeito positivo para qualquer dos parâmetros analisados na soja-perene, efeito esse significativo para ambos os componentes linear e quadrático ao nível de 1%, exceto para o nitrogênio total da parte aérea do primeiro corte, onde somente foi significativo o efeito linear. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos e já discutidos para o solo de Nova Odessa.

Na ausência de calagem, apareceram na soja-perene sintomas típicos de toxicidade de manganês, o que também ocorreu no solo de Nova Odessa. MONTEIRO¹⁷ relata a ocorrência desses sintomas na soja-perene cultivada no mesmo solo usado no presente ensaio.

O efeito médio do gesso, embora positivo, não chegou a ser significativo para a maioria das variáveis estudadas: foi significativo para a produção de matéria seca e nitrogênio total da parte aérea ao tempo do primeiro corte. Mesmo assim, a interação gesso x calagem foi significativa, porque o gesso produziu aumento apenas até à dose 1 dentro dos níveis 0 e 1 de calagem, mas dentro do nível 2 os aumentos devidos ao gesso foram crescentes até à dose máxima usada (Figs. 5-a e b).

Essa mesma tendência de aumento apenas até à dose 1 de gesso também foi observada para o peso de nódulos (Fig. 5-c), onde não se verificou interação significativa para gesso e calagem, sendo o efeito das doses de gesso semelhante dentro dos três níveis de calagem.

Para as produções de matéria seca obtidas no segundo corte, o efeito médio do gesso não foi significativo. Como a interação gesso x calagem foi significativa, no desdobramento dessa interação verificou-se que, na ausência de calagem, o gesso apresentou tendência de aumentos nas produções de matéria seca da parte aérea, raízes e planta inteira até a dose maior usada. Dentro do nível 1 de calagem, a dose maior de gesso teve efeito depressivo e, dentro do nível 2, essa dose apresentou aumento estatisticamente significativo (Figs. 6-a, b e c).

Para a quantidade de nitrogênio total da parte aérea e planta inteira, referentes ao segundo corte (Figs. 7-a e c), as respostas aos níveis de gesso seguiram a mesma tendência do observado para a produção de matéria seca desse mesmo corte já discutido acima. Quanto à quantidade de nitrogênio total nas raízes (Fig. 7-b), não se verificou interação significativa entre gesso x calagem, e o efeito médio do gesso não chegou a ser estatisticamen-

QUADRO 7

Produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene cultivada em solo de Pindamonhangaba, em função dos níveis de calagem. Significâncias do teste F^a para os componentes linear e quadrático. Médias de três repetições e dos três níveis de gesso

| Níveis de calagem | 1º corte-Parte aérea | | Segundo corte | | | | | | |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------------|------|----------------|-----------------|------|----------------|------------------------------|
| | M.S. g/vaso | N total mg/vaso | M.S. g/vaso | | | N total mg/vaso | | | Nódulos ^b mg/vaso |
| | | | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | |
| 0 | 2,72 | 62 | 3,04 | 1,87 | 4,91 | 55 | 38 | 93 | 6,62 |
| 1 | 5,68 | 100 | 9,55 | 3,70 | 13,24 | 184 | 72 | 257 | 19,36 |
| 2 | 7,09 | 125 | 11,64 | 4,05 | 15,70 | 241 | 82 | 324 | 17,97 |
| Regr. linear | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Regr. quadr. | ** | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| CV. (%) | 10,6 | 7,6 | 16,0 | 19,0 | 14,8 | 16,4 | 20,9 | 15,8 | 15,9 |

(a) (*) e (**) - Significâncias aos níveis de 5 e 1%. ns - Não significativo.

(b) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

te significativo, apresentando, porém, tendência de aumento até a maior dose de gesso empregada.

Na ausência de calagem, tanto no solo de Pindamonhangaba como no de Nova Odessa, nos tratamentos que receberam a dose maior de gesso, algumas folhas inferiores da soja-perene apresentaram requeima em seus bordos.

b) Combinação gesso x magnésio

Os dados de produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene, em função dos níveis de magnésio, independentemente dos níveis de gesso, apresentados no quadro 8, revelam que a aplicação de magnésio, independentemente dos níveis de gesso, sempre proporcionou efeito positivo para a maioria dos parâmetros estudados, sendo esse efeito sempre linear, com exceção da quantidade de nitrogênio total da parte aérea no primeiro corte, onde, também, o componente quadrático foi significativo a 5%. Para o nitrogênio total da parte aérea e planta inteira, referente ao segundo corte, a aplicação de magnésio não proporcionou efeito estatisticamente significativo.

O efeito médio dos níveis de gesso (média dos três níveis de magnésio), foi significativo para a maioria dos parâmetros estudados, proporcionando aumentos acentuados até a dose 1 de gesso e estabilização ou decréscimo para a dose 2 (Figs. 8, 9 e 10).

A interação gesso x magnésio só foi significativa para a produção de matéria seca e nitrogênio total do primeiro corte (Fig. 8-a e b), em virtude da resposta diversa dos níveis de gesso na ausência ou na presença dos níveis de magnésio.

Apesar de o gesso apresentar efeitos positivos para a soja-perene cultivada no solo de Pindamonhangaba, quando aplicado na ausência de calagem e sob diversos níveis de magnésio, pode-se afirmar, comparando-se os dados do quadro 8 com os do 7, que o crescimento da soja-perene com a aplicação de gesso e magnésio foi menos acentuado que com a aplicação de gesso combinado com calcário dolomítico, indicando que a aplicação de gesso complementada com óxido de magnésio para fornecer enxofre, cálcio e magnésio como nutrientes, não resolveria o problema da acidez elevada desse solo, que deve ser corrigida previamente com calcário dolomítico, para que o gesso possa mostrar seus efeitos benéficos como fonte fornecedora de enxofre.

c) Combinação calagem x enxofre

Os dados de produção de matéria seca, nitrogênio total e nodulação da soja-perene em função dos níveis de calagem, independentemente dos níveis de enxofre aplicado como sulfato de sódio, são apresentados no quadro 9. Conforme se pode observar, o efeito médio da aplicação de calcário, independentemente da ausência ou da presença de sulfato de sódio, sempre proporcionou efeito positivo para todos os parâmetros analisados na soja. Esse efeito foi estatisticamente significativo ao nível de 1% para ambos os componentes, linear e quadrático.

O enxofre aplicado na forma de sulfato de sódio não proporcionou efeitos significativos para qualquer dos parâmetros analisados.

QUADRO 8

Produção de matéria seca (M.S.), nitrogênio total e nodulação da soja-perene cultivada em solo de Pindamonhangaba, em função dos níveis de magnésio. Significâncias do teste F^a para os componentes linear e quadrático. Médias de três repetições e dos três níveis de gesso

| Níveis de magnésio | 1º corte-Parte aérea | | Segundo corte | | | | | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|---------------|------|----------------|-----------------|------|----------------|------------------------------|
| | MS. g/vaso | N total mg/vaso | M.S. g/vaso | | | N total mg/vaso | | | Nódulos ^b mg/vaso |
| | | | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | |
| 0 | 2,72 | 62 | 3,04 | 1,87 | 4,91 | 55 | 38 | 93 | 6,62 |
| 1 | 3,33 | 76 | 4,03 | 2,40 | 6,43 | 72 | 46 | 118 | 10,37 |
| 2 | 4,41 | 89 | 4,72 | 2,78 | 6,50 | 90 | 50 | 140 | 14,45 |
| Regr. linear | ** | ** | ** | ** | ** | ns | ** | ns | ** |
| Regr. quadr. | ns | * | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| CV. (%) | 22,2 | 14,3 | 25,0 | 19,0 | 21,5 | 40,9 | 20,4 | 18,89 | 35,9 |

(a) (*) e (**) — Significâncias aos níveis de 5 e 1%. ns — Não significativo.

(b) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

C. Efeitos da calagem e do gesso em algumas características químicas dos dois solos estudados

A aplicação do calcário dolomítico proporcionou elevação do valor pH, dos teores de cálcio e magnésio trocáveis e redução nos teores de alumínio trocável de ambos os solos cultivados com a soja-perene.

Os níveis de gesso proporcionaram aumentos estatisticamente significativos nos teores de cálcio nos solos de Pindamonhangaba e Nova Odessa (quadro 10). O valor pH apresentou tendência de

redução nos dois solos estudados (quadro 11) e, ao mesmo tempo, os teores de alumínio trocável baixaram significativamente para o solo de Nova Odessa e apresentaram tendência de redução para o de Pindamonhangaba (quadro 12), mediante os níveis de gesso empregados. REEVE & SUMNER¹⁹ também observaram que o gesso não neutralizava a acidez do solo, mas proporcionava uma redução nos seus níveis de alumínio trocável.

Os teores de potássio e magnésio não foram estatisticamente alterados com a aplicação de gesso.

QUADRO 9

Produção de matéria seca (M.S.), nitrogênio total e nodulação da soja-perene cultivada em solo de Pindamonhangaba, em função dos níveis de calagem. Significâncias do teste F^a para os componentes linear e quadrático. Médias de três repetições e de dois níveis de enxofre

| Níveis de calagem | 1º corte-Parte aérea | | Segundo corte | | | | | | |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------------|------|----------------|-----------------|------|----------------|------------------------------|
| | M.S. g/vaso | N total mg/vaso | M.S. g/vaso | | | N total mg/vaso | | | Nódulos ^b mg/vaso |
| | | | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | Parte aérea | Raiz | Planta inteira | |
| 0 | 1,77 | 31 | 2,46 | 1,36 | 3,81 | 42 | 31 | 70 | 4,56 |
| 1 | 5,09 | 94 | 10,05 | 4,04 | 14,09 | 198 | 80 | 281 | 19,28 |
| 2 | 5,83 | 104 | 11,84 | 3,60 | 15,44 | 236 | 73 | 312 | 18,37 |
| Regr. linear | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Regr. quadr. | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| CV. (%) | 9,8 | 10,9 | 13,9 | 16,0 | 12,9 | 15,2 | 17,8 | 21,6 | 15,2 |

(a) (*) e (**) – Significâncias aos níveis de 5 e 1%. (b) Dados originais transformados em \sqrt{x} .

QUADRO 10

Teores de Ca (a.mg/100 ml TFSA) das amostras de solo de Nova Odessa e Pindamonhangaba, coletadas por ocasião do plantio (a) e colheita final (b) da soja-perene, em função dos níveis de gesso

| Níveis de gesso | Sem calagem sem magnésio | | Nível 1 de calagem | | Nível 2 de calagem | | Nível 1 de magnésio | | Nível 2 de magnésio | | Média |
|--------------------------------|--------------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|-------|
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | |
| SOLO DE NOVA ODESSA | | | | | | | | | | | |
| Gesso 0 | 0,4 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,61 |
| Gesso 1 | 1,0 | 0,6 | 1,3 | 0,7 | 1,4 | 0,8 | 1,0 | 0,6 | 1,0 | 0,6 | 0,90 |
| Gesso 2 | 1,5 | 0,7 | 3,0 | 1,6 | 2,2 | 1,2 | 1,4 | 0,9 | 2,0 | 0,9 | 1,54 |
| Média | 0,76 | | 1,33 | | 1,28 | | 0,80 | | 0,90 | | 1,02 |
| SOLO DE PINDAMONHANGABA | | | | | | | | | | | |
| Gesso 0 | 0,4 | 0,3 | 1,3 | 1,4 | 2,3 | 2,2 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,94 |
| Gesso 1 | 1,8 | 1,3 | 2,6 | 2,1 | 3,2 | 2,6 | 1,8 | 1,4 | 2,0 | 1,3 | 2,01 |
| Gesso 2 | 3,4 | 1,9 | 4,8 | 2,7 | 5,1 | 4,1 | 2,9 | 1,8 | 3,2 | 2,2 | 3,21 |
| Média | 1,52 | | 2,48 | | 3,25 | | 1,43 | | 1,58 | | 2,05 |

(a) Amostragem realizada por ocasião do plantio.

(b) Amostragem realizada por ocasião da colheita final.

QUADRO 11

Valores de pH das amostras de solo de Nova Odessa e Pindamonhangaba, coletadas por ocasião do plantio (a) e colheita final (b) da soja-perene, em função dos níveis de gesso

| Níveis de gesso | Sem calagem sem magnésio | | Nível 1 de calagem | | Nível 2 de calagem | | Nível 1 de magnésio | | Nível 2 de magnésio | | Média |
|--------------------------------|--------------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|-------|
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | |
| SOLO DE NOVA ODESSA | | | | | | | | | | | |
| Gesso 0 | 4,4 | 5,5 | 4,7 | 5,5 | 5,1 | 5,8 | 4,5 | 5,1 | 4,6 | 5,4 | 5,06 |
| Gesso 1 | 4,4 | 5,3 | 4,6 | 5,3 | 4,6 | 5,3 | 4,4 | 5,4 | 4,5 | 5,5 | 4,93 |
| Gesso 2 | 4,3 | 4,9 | 4,7 | 5,2 | 4,8 | 5,4 | 4,3 | 4,9 | 4,4 | 4,5 | 4,74 |
| Média | 4,80 | | 5,00 | | 5,17 | | 4,77 | | 4,82 | | 4,91 |
| SOLO DE PINDAMONHANGABA | | | | | | | | | | | |
| Gesso 0 | 4,1 | 4,9 | 4,7 | 5,4 | 5,3 | 5,9 | 4,1 | 5,3 | 4,3 | 5,0 | 4,90 |
| Gesso 1 | 4,0 | 4,4 | 4,4 | 4,8 | 4,9 | 5,5 | 4,1 | 4,5 | 4,1 | 4,7 | 4,54 |
| Gesso 2 | 3,9 | 4,3 | 4,3 | 4,8 | 4,9 | 5,4 | 4,1 | 4,5 | 4,1 | 4,5 | 4,48 |
| Média | 4,27 | | 4,73 | | 5,32 | | 4,43 | | 4,45 | | 4,68 |

(a) Amostragem realizada por ocasião do plantio.

(b) Amostragem realizada por ocasião da colheita final.

QUADRO 12

Teores de Al^{+3} (e.mg/100 ml de TFSA) das amostras de solo de Nova Odessa e Pindamonhangaba, coletadas por ocasião do plantio (a) e colheita final (b) da soja-perene, em função dos níveis de gesso

| Níveis de gesso | Sem calagem sem magnésio | | Nível 1 de calagem | | Nível 2 de calagem | | Nível 1 de magnésio | | Nível 2 de magnésio | | Média |
|--------------------------------|--------------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|-------|
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b | |
| SOLO DE NOVA ODESSA | | | | | | | | | | | |
| Gesso 0 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,43 |
| Gesso 1 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,42 |
| Gesso 2 | 0,6 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,2 | 0,31 |
| Média | 0,55 | | 0,25 | | 0,18 | | 0,55 | | 0,40 | | 0,40 |
| SOLO DE PINDAMONHANGABA | | | | | | | | | | | |
| Gesso 0 | 2,3 | 1,9 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 1,7 | 1,8 | 1,2 | 1,2 | 1,16 |
| Gesso 1 | 1,7 | 1,9 | 0,7 | 0,5 | 0,3 | 0,1 | 1,6 | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,10 |
| Gesso 2 | 1,9 | 1,6 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 0,1 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,05 |
| Média | 1,88 | | 0,63 | | 0,13 | | 1,62 | | 1,25 | | 1,10 |

(a) Amostragem realizada por ocasião do plantio.

(b) Amostragem realizada por ocasião da colheita final.

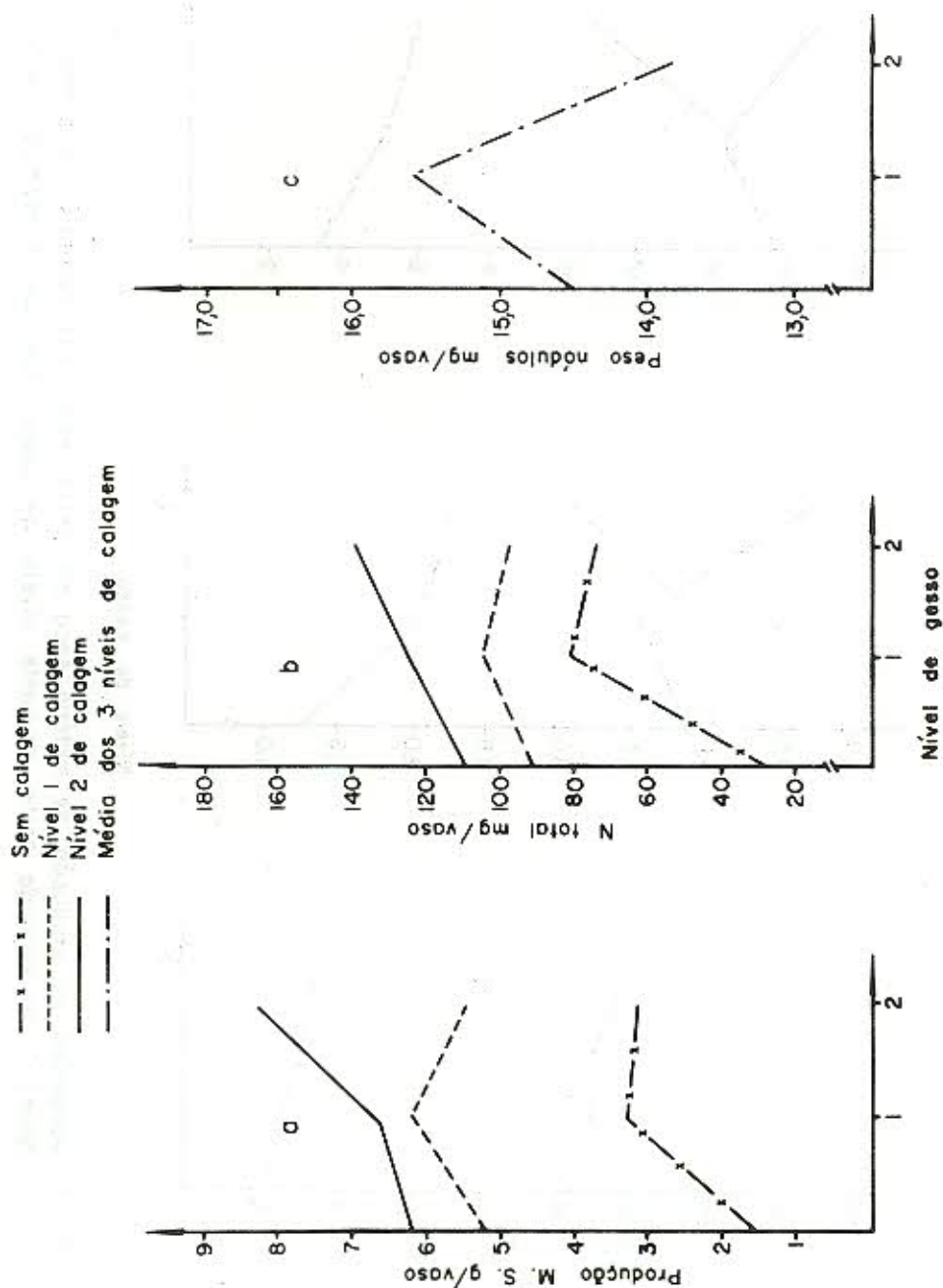


Fig. 5 - Variações na produção de matéria seca (a), nitrogênio total (b) da parte aérea do primeiro corte, e peso seco de nódulos (c) ao tempo do segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Pindamonhangaba.

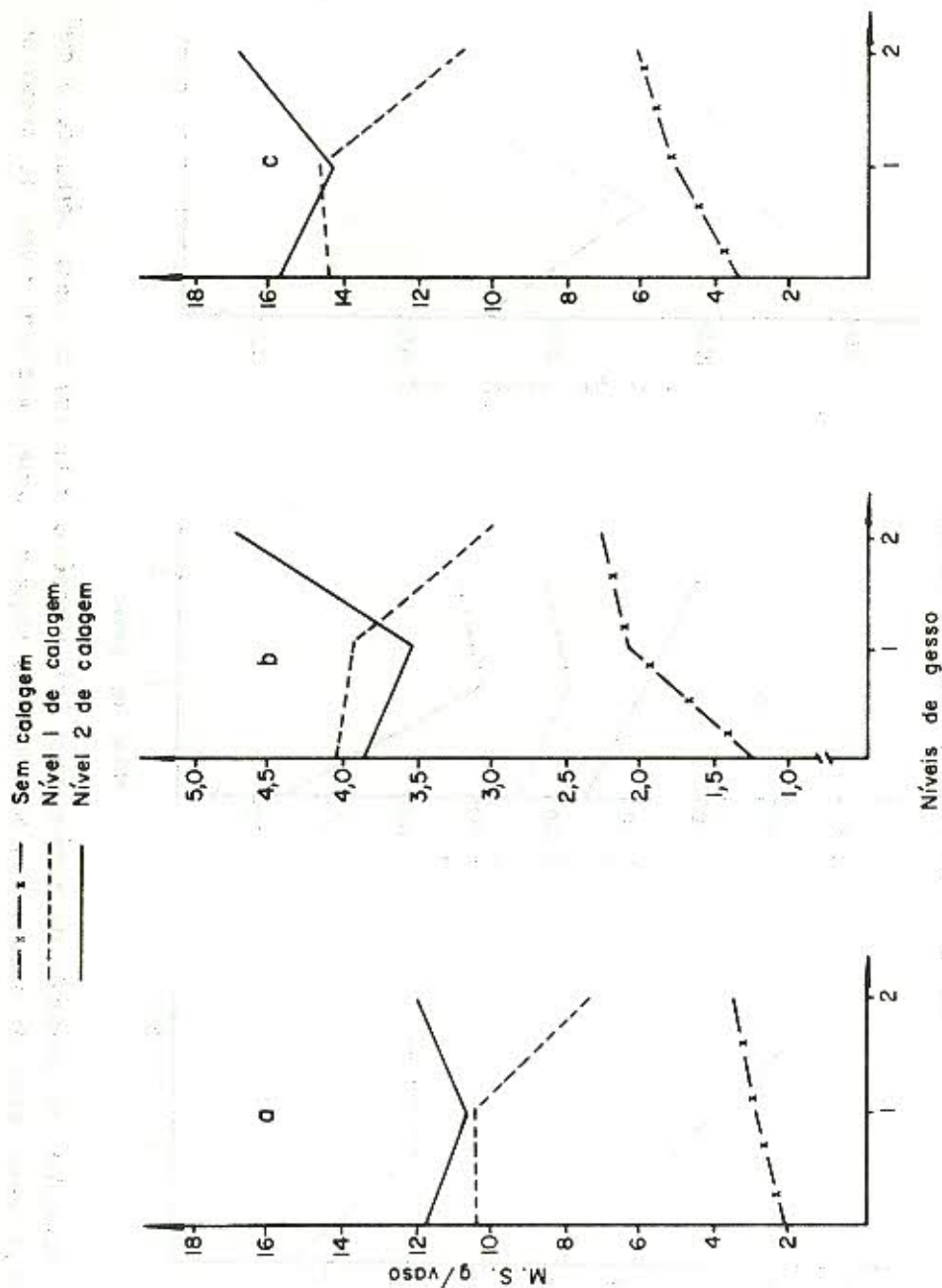


Fig.6 - Variações na produção de matéria seca da parte aérea (a), raízes (b) e planta inteira (c) do segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Pindamonhangaba.

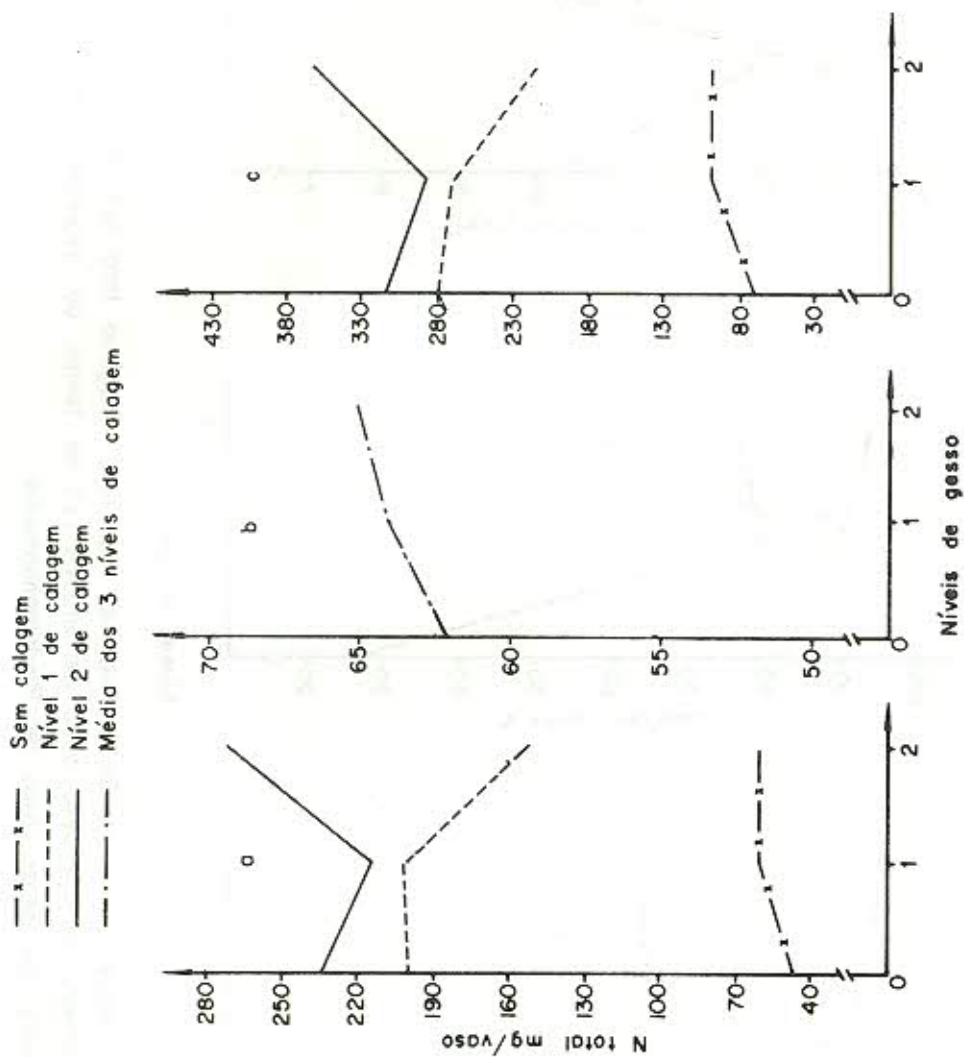


Fig. 7 - Variações no nitrogênio total da parte aérea (a), raízes (b) e planta inteira (c), obtidos no segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Pin-damonhangaba.

- x - x - Sem magnésio
 - - - - - Nivel 1 de magnésio
 - - - - - Nivel 2 de magnésio
 - . . . - Média dos 3 níveis de magnésio

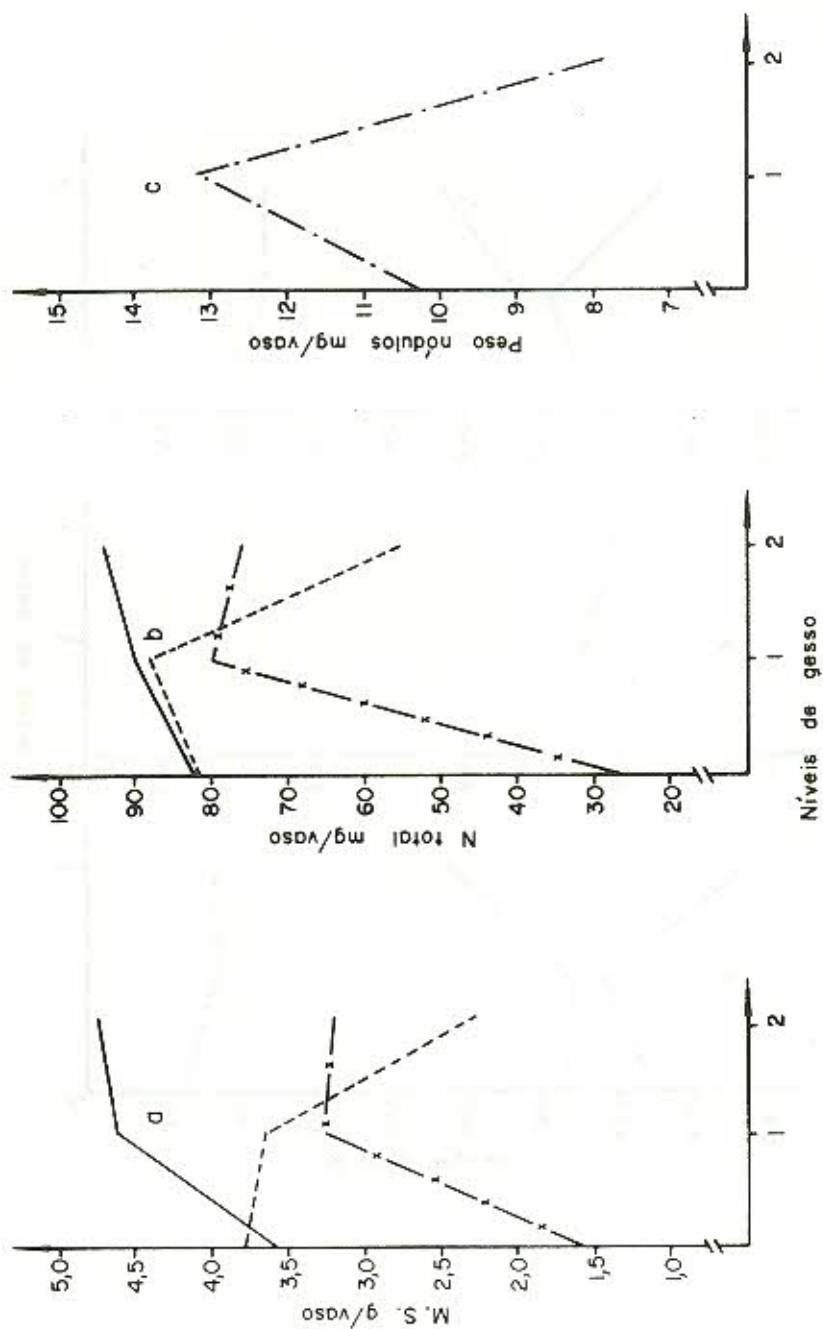


Fig. 8 - Variações na produção de matéria seca (a), nitrogênio total (b) da parte aérea do primeiro corte, e peso seco de nódulos (c) ao tempo do segundo corte, mediante níveis de gesso. Solo de Pindamonhangaba.

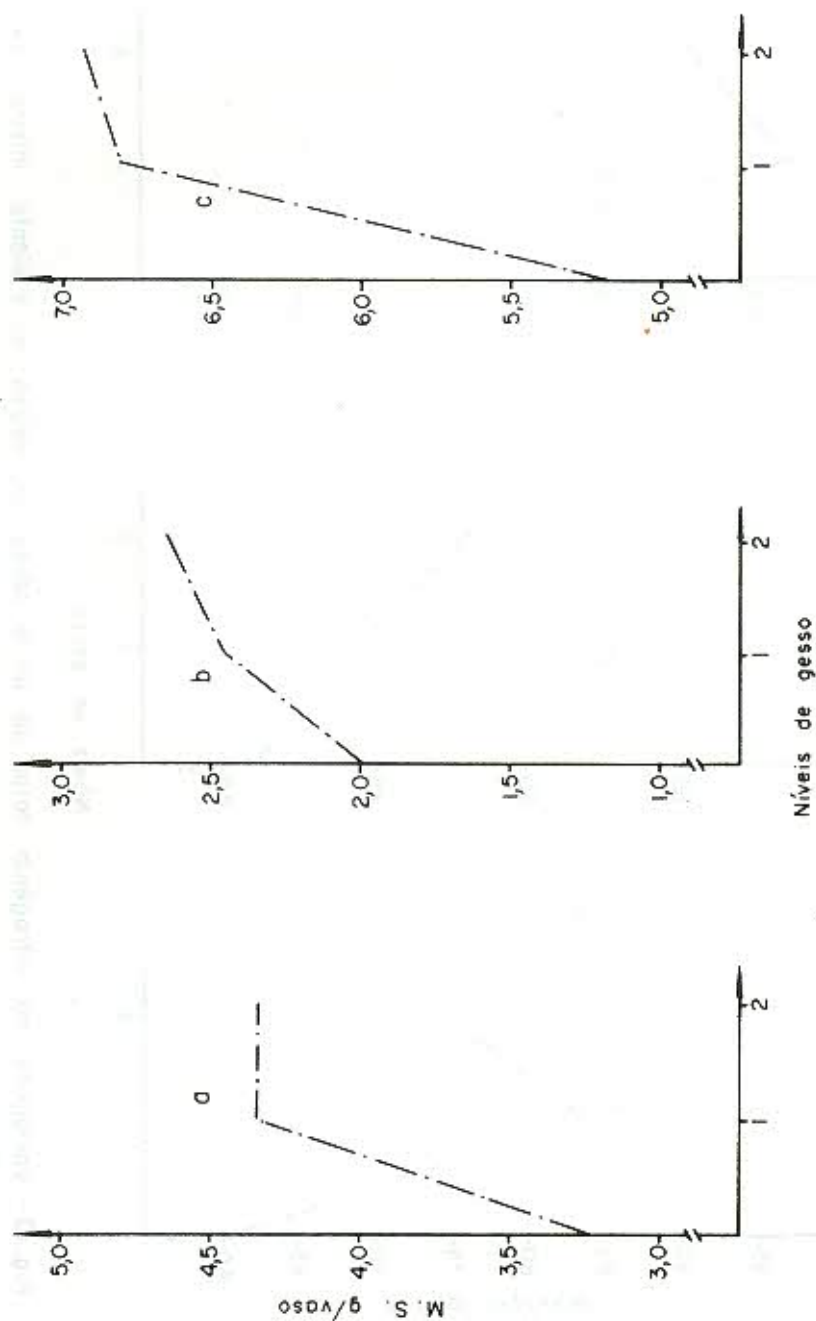


Fig.9 - Variações na produção de matéria seca da parte aérea (a), raízes (b) e planta inteira (c) do segundo corte, mediante níveis de gesso (médias dos 3 níveis de magnesio). Solo de Pindamonhangaba.

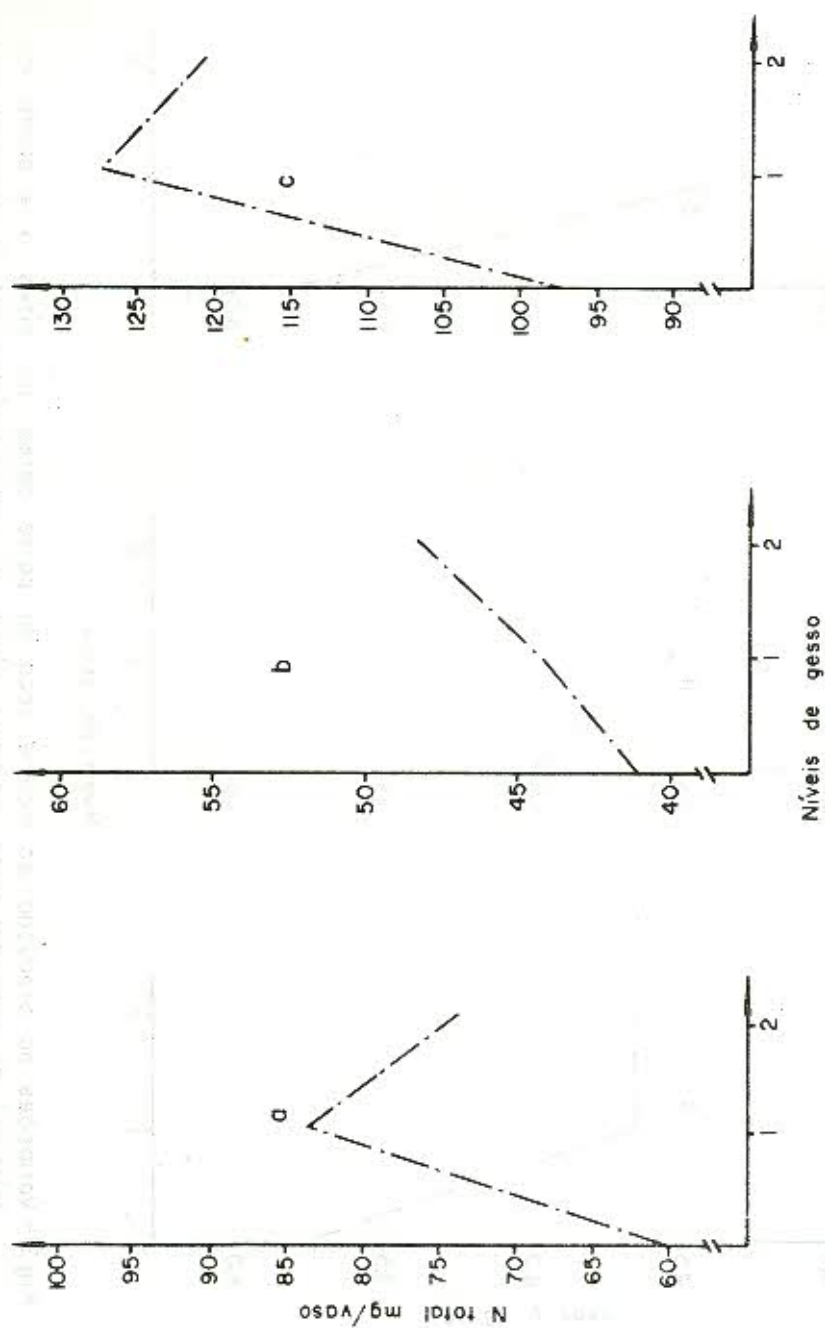


Fig. 10 - Variações no nitrogênio total da parte aérea (a), raízes (b) e planta inteira (c), obtidas no segundo corte, mediante níveis de gesso (medias dos 3 níveis de magnésio). Solo de Pindamonhangaba.

CONCLUSÕES

Os resultados das análises estatísticas, feitas separadamente para as combinações de gesso x calagem, gesso x magnésio e calagem x enxofre, estudadas em ambos os solos, permitiram tirar as seguintes conclusões:

1. Ambos os solos, além de problemas de acidez (revelados pelo baixo pH, presença de alumínio e baixos teores de cálcio e/ou magnésio etc.), que podem ser corrigidos com a aplicação de calcário dolomítico, mostraram também deficiência de enxofre para o normal crescimento e fixação de nitrogênio pela soja-perene *tinaroo*.

2. O gesso, como fonte de enxofre, mostrou efeitos expressivos sobre as variáveis estudadas na leguminosa, apenas quando usado após correção adequada da acidez do solo e da deficiência de magnésio através da calagem com calcário dolomítico.

3. A aplicação de gesso na ausência de óxido de magnésio ou de calagem reduziu a produção de matéria seca e a quantidade de nitrogênio da leguminosa estudada no solo de Nova Odessa. No de Pindamonhangaba, produziu efeitos positivos, mas pouco expressivos.

4. A deficiência de magnésio foi detectada nos dois solos pela resposta à aplicação deste elemento como nutriente (na forma de óxido de magnésio), quer na ausência, quer na presença de gesso.

5. O sulfato de sódio, usado como fonte de enxofre, não surtiu os efeitos desejados na correção da deficiência deste nutriente.

6. O gesso proporcionou ligeira redução nos teores de alumínio trocável e no valor de pH e aumentou o teor de cálcio trocável nos dois solos estudados.

SUMMARY: In a green house experiment at Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, it was studied the effect of gypsum, dolomitic limestone, magnesium and sulphur on perennial soybean var. *tinaroo* grown in two acid soils: a Red-Yellow Podzolic soil, Laras variation from Nova Odessa County, and a Red-Yellow Latosol Terrace fase, collected in Pindamonhangaba County. Liming was performed in three levels (none; $Al^{3+} \times 1.5$ and $Al^{3+} \times 3.0$). Gypsum was studied in three levels, combined with liming levels and the amounts were based on the equivalency of calcium of dolomitic limestone. It was included also, some treatments where Mg was applied as MgO in the absence of lime, combined with levels of gypsum and others where S was applied as sodium sulphate, combined with the levels of lime. At planting time it was effected a basal fertilization with P, K, B, Cu, Zn and Mo. The treatments were set in a Randomized Block Design with three replications. The legume was grown in the fall time (February through June) and it was done two harvests. Both soils besides acidity problems and magnesium deficiency also showed sulphur deficiency for normal growth and nitrogen fixation by perennial soybean. Gypsum as source of sulphur, presented positive and significative effects on perennial soybean only when used after the elimination of the soil acidity problems and magnesium deficiency by the use of dolomitic limestone. Levels of gypsum in the absence of liming reduced dry matter yield and amount of nitrogen of soybean grown in the soil from Nova Odessa; but in the soil from Pindamonhangaba caused small increases in these parameters. Gypsum application induced small decreases in the exchangeable aluminum and soil pH and increased exchangeable calcium in both soils studied.

AGRADECIMENTOS

Aos Engenheiros-Agrônomos Danilo Albuquerque e Antonio Luiz Fancelli, pelo auxílio na instalação do experimento.

À Ultrafertil S.A., Indústria e Comércio de Fertilizantes, que propiciou parte dos recursos necessários para a condução do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ANDREW, C. S. Influence of nutrition on nitrogen fixation and growth of legumes. In: AUSTRÁLIA. Commonwealth Scientific and Industrial Organization, Division of Tropical Pastures. **A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures**; a symposium. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureau, 1962. p. 130-46. (Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin, 46)
- 2 - _____ . Legumes and acid soils. In: DÖBEREINER, J.; BURRIS, R. H.; HOLLAENDER, A. ed. **Limitations and potentials for biological nitrogen fixation in the tropics**. New York, Plenum, 1978. p. 135-60.
- 3 - BRAGA, J. M. L. & FONTES, L. A. N. Efeito da aplicação de calcário sobre os níveis de pH, magnésio, fósforo e potássio no solo. **R. Ceres**, Viçosa, MG, 18:279-93, 1971.
- 4 - CARVALHO, M. M. **Comportamento de leguminosas forrageiras em algumas áreas do Brasil Central**. Nova Odessa, SP, Centro de Nutrição Animal e Pastagens, 1969. 5 f. Mimeo. Trabalho apresentado no I Encontro de Técnicos da Região Centro-Sul para Discussão de Problemas Relacionados às Leguminosas Forrageiras.
- 5 - _____ ; FRANÇA, G. E.; BAHIA FILHO, A. F. C.; MOZZER, O. L. Ensaio exploratório de seis leguminosas tropicais em um Latosol Vermelho Escuro fase cerrado. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970. **Anais...** Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1970. p. 109-20.
- 6 - DÖBEREINER, J. Manganese toxicity effects on nodulation and nitrogen fixation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in acid soils. **Pl. Soil**, The Hague, 14:153-66, 1966.
- 7 - _____ & ARRUDA, N. B. Interações entre variedades e nutrição da nodulação e simbiose da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Pesq. agropec. bras.**, Rio de Janeiro, 2:475-87, 1967.
- 8 - _____ ; _____ ; PENTEADO, A. F. Problemas da inoculação de soja em solos ácidos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, Brasil, 1965. **Anais... de 7 a 20 de janeiro**. São Paulo, Departamento da Produção Animal, 1966. 2.v. v. 2, p. 1153-7.
- 9 - EIRA, P. A.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, W. C. Fatores nutricionais limitantes do desenvolvimento de três leguminosas forrageiras em um solo podzólico vermelho amarelo. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970. **Anais...** Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1970. p. 121-38.
- 10 - FRANÇA, G. E. & CARVALHO, M. M. Ensaio exploratório de fertilização de cinco leguminosas tropicais em um solo de cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Rio de Janeiro, 5:147-53, 1970.
- 11 - FRANCO, A. A.; MARANHÃO, J. I.; DOBEREINER, J. Influência de revestimento de sementes no estabelecimento de *Centrosema pubescens* Benth. em solo com toxidez de Mn. In: REUNIÃO LATINO AMERICANA DE RHIZOBIUM, 5., Rio de Janeiro, Brasil, 1970. **Anais...** Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Sul, 1970. p. 292-302.
- 12 - JONES, M. B. & FREITAS, L. M. M. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latosolo Vermelho Amarelo de campo cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Rio de Janeiro, 5:91-9, 1970.
- 13 - _____ ; QUAGLIATO, J. L.; FREITAS, L. M. M. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais à aplicação de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Rio de Janeiro, 5:209-14, 1970.
- 14 - McLUNG, A. C.; FREITAS, L. M. M.; LOTT, W. R. **Estudos sobre o enxofre em solos de São Paulo**. New York, IBEC Research Institute, 1968. 31 p. (Boletim, 17)
- 15 - MALAVOLTA, E. Estudos químicos agrícolas sobre o enxofre. **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, SP, 9:40-130, 1953.
- 16 - MARTINI, J. A. Algumas notas sobre el problema del encalado en los suelos del trópico. **Turrialba**, Costa Rica, 18:249-56, 1968.
- 17 - MONTEIRO, F. A. **Efeitos da aplicação de micronutrientes e de níveis de calagem em quatro leguminosas tropicais**. Tese de Mestrado. Piracicaba, SP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1980. 146 f. Mimeo.
- 18 - NEPTUNE, A. M. L. Aplicação de calcário em culturas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., Piracicaba, SP, 1975. **Anais...** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1975. p. 49-86.
- 19 - REEVE, N. G. & SUMNER, M. E. Effects of aluminum toxicity and phosphorus fixation on crop growth on oxisols in Natal. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.**, Madison, Wis., 34:263-8, 1970.
- 20 - RIBEIRO, G. L.; GARCIA, R.; RADIM, A. T.; GOMIDE, J. A. Resposta da soja perene (*Glycine javanica*) a inoculação com *Rhizobium* cowpea, calagem e adubação fosfatada e potássica. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 7., Piracicaba, SP, 1970. **Anais...** 14 a 17 de julho. Piracicaba, 1970. p. 16-7.
- 21 - SOUTO, S. M. & DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio e estabelecimento de duas variedades de soja perene (*Glycine javanica* L.) com três níveis de fósforo e de cálcio, em solo com toxidez de manganês. **Pesq. agropec. bras.**, Rio de Janeiro, 4:59-66, 1969.
- 22 - VINCENT, J. M. Influence of calcium and magnesium on the growth of *Rhizobium*. **J. gen. Microbiol.**, London, 28(4):653-63, 1962.