

# RESPOSTA DA SUCESSÃO SOJA-TRIGO A DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO EM SOLO GLEI POUCO HÚMICO<sup>(1)</sup>

L. N. de MIRANDA<sup>(2)</sup>

## RESUMO

As recomendações de calagem para solos de várzea têm sido baseadas em dados obtidos em áreas bem drenadas com resultados nem sempre satisfatórios, pois podem sub- ou superestimar a quantidade de calcário a ser aplicada em tais solos. Para testar essa hipótese, foi instalado um experimento em solo glei pouco húmico com o objetivo de avaliar o efeito do calcário (doses, modos de aplicação e efeito residual), no rendimento da soja e do trigo em cultivos sucessivos, e métodos de recomendação de calagem. No experimento, iniciado no CPAC/EMBRAPA, em setembro de 1986, doses de calcário de 0, 2, 4, 6 e 8t/ha (PRNT = 100%) foram aplicadas a lanço, incluindo três tratamentos de 4t/ha, aplicados parceladamente a lanço e/ou no sulco em quatro anos, num total de oito cultivos sucessivos. Os dados de rendimento de grãos de quatro cultivos de soja e quatro de trigo mostraram que a dose de calcário recomendável para as duas culturas nesse solo seria de 4t/ha, equivalente à dose indicada pelo método SMP a pH 5,5 ou pela saturação por bases de 50%. Os rendimentos foram relacionados ao total de calcário, independentemente da forma de aplicação, com resposta crescente à aplicação gradativa no sulco de plantio, na dose de 0,5t/ha/cultivo. Todas as doses de calcário apresentaram um bom efeito residual no período.

**Termos de indexação:** calagem; solos de várzea; calcário, modos de aplicação e efeito residual; necessidade de calagem.

## SUMMARY: RATES AND METHODS OF LIME APPLICATION FOR SOYBEAN AND WHEAT PRODUCTION IN A LOW HUMIC GLEY SOIL

*The liming recommendation for drained lowland soils has been based on upland soils data, and the results have shown an under or overestimation of the lime rates. Therefore, a field experiment was carried out in a Low Humic Gley soil to evaluate the effects of lime (rates, methods of application and residual effect) on the soybean and wheat productions in successive cropping for four years. The experiment was carried out in Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC)/EMBRAPA, beginning in September, 1986. The treatments included the broadcasting application of lime in the levels of 0, 2, 4, 6 and 8t/ha (PRNT = 100%). Also, the level of 4t/ha applied in three different ways, combining broadcasting and row applications. The grain yield from four soybean and four wheat crops indicated the lime rate of 4t/ha as the best for this cropping system in this soil. This lime rate is equivalent to that indicated by the SMP method to raise the soil pH to 5.5, and also by the method to increase the soil base saturation to 50%. The grain yield increased*

<sup>(1)</sup> Trabalho apresentado no XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Porto Alegre (RS), 21-27 de julho de 1991. Recebido para publicação em dezembro de 1991 e aprovado em outubro de 1992.

<sup>(2)</sup> Pesquisador do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), EMBRAPA. Caixa Postal 08223, CEP 73301-970, Planaltina (DF).

*in the same pattern than the amount of lime applied, regardless the form that it was applied in the soil. Also, there was an increasing grain yield response due to the gradual lime application in the row at the level of 0.5t/ha/crop. Both lime levels presented a good residual effect throughout the cropping period.*

*Index terms: liming, lowland soils, methods of lime application, lime residual effect, lime requirement.*

## INTRODUÇÃO

A recomendação de calagem para solos de várzea drenados tem sido baseada em dados obtidos em solos normais nem sempre com resultados satisfatórios. Estas recomendações podem sub- ou superestimar a dose de calcário a ser aplicada, dependendo das características do solo. Assim, foi relatado que a quantidade de calcário recomendada correlacionou-se principalmente com o teor de matéria orgânica do solo e, depois, com o alumínio trocável, mostrando, entretanto, baixa correlação com o teor de argila (Freire & Novais, 1980; Galvão et al., 1984). Outros resultados experimentais mostram que em um solo glei pouco húmico, com dois cultivos sucessivos de arroz e um de feijão na entressafra, não se observaram incrementos significativos de rendimento com doses de calcário acima de 5t/ha, equivalente à metade da dose recomendada para elevar o pH a 5,5 pelo método SMP (EMBRAPA, 1982).

Almeida et al. (1978) observaram respostas significativas à calagem da soja cultivada em três solos de várzea: glei pouco húmico, aluvial e orgânico. As doses de calcário recomendadas variaram consideravelmente entre os solos, sendo, respectivamente, de 20, 0,9 e 1,5t/ha. A resposta à calagem pode variar também em função das características genéticas dos cultivares. Por exemplo, para o trigo cultivado em um cambissolo, a resposta ao calcário foi inversamente proporcional ao grau de tolerância ao alumínio dos cultivares (Bataglia et al., 1985).

Portanto, em relação ao uso de calcário em várzea, pode-se concluir que há necessidade de mais estudos sobre o efeito da calagem e no rendimento das culturas, bem como sobre métodos de recomendação de calagem para tais solos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do calcário (doses, modos de aplicação e efeito residual), no rendimento da soja e do trigo em cultivos sucessivos e métodos de recomendação de calagem.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi efetuado no CPAC/EMBRAPA, em solo glei pouco húmico argiloso com 60% de argila, 10% de silte, 26% de areia fina e 4% de areia grossa. A análise química inicial do solo mostrou um pH = 5,1; Al = 2,8 meq/100g; Ca + Mg = 1,3 meq/100g; H + Al = 9,2 meq/100 g (acetato de cálcio pH 7,0); P = 16 ppm; K = 39 ppm; M.O. = 2,8% e saturação por bases = 13%.

Os tratamentos constituíram-se nas doses de calcário de 0, 2, 4, 6 e 8t/ha (PRNT = 100%) aplicadas a lanço, e três deles com a dose de 4t/ha parcelada em

quatro anos e oito cultivos sucessivos de soja e trigo, sendo: 2t/ha a lanço no 1º cultivo de soja e 2t/ha a lanço no 2º; 2t/ha a lanço no 1º cultivo de soja e 0,5t/ha no sulco de plantio a cada cultivo de soja; 0,5t/ha no sulco de plantio a cada cultivo de soja e de trigo. Neste estudo, as doses entre 0 e 8t/ha englobam as recomendações de todos os métodos, permitindo, portanto, a comparação entre eles. As doses de calcário a lanço representam, respectivamente, 0, 25, 50, 75 e 100% da dose máxima (8t/ha) que seria a quantidade de calcário necessária para elevar a saturação por bases do solo para 85%.

O calcário usado foi do tipo dolomítico, com as seguintes características: CaO – 34,6%; MgO – 17,5%; fração retida na peneira 10 – 0%; fração retida na peneira 20 – 23,3%; fração retida na peneira 50 – 34,4%; fração que passou na peneira 50 – 41,5%; poder de neutralização (CaCO<sub>3</sub> equivalente) – 96,0%; e PRNT – 64,1%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições em parcelas de 8 x 12m. Na primavera-verão, foi cultivada a soja 'Savana' com a adição de 1 kg de inoculante por 40kg de sementes e com densidade de plantio de 500.000 plantas/hectare e espaçamento entre linhas de 0,50m. No outono-inverno, foi cultivado o trigo 'BR-12' com densidade de 400 sementes viáveis/m<sup>2</sup> e espaçamento entre linhas de 0,20m. Esta cultura era irrigada por aspersão, quando a leitura de tensiômetros, com cápsulas de cerâmica, instalados a 10cm de profundidade, atingia 0,6bar.

A adubação de PK para a soja e NPK para o trigo foi calculada de acordo com a análise do solo antes de cada semeadura. Em cada semeadura, foram aplicados no sulco, aproximadamente, 300kg/ha da fórmula 00.20.20 para a soja e 600kg/ha da fórmula 04.14.08 para o trigo. Foram feitas três aplicações de 100kg/ha de K<sub>2</sub>O a lanço como KCl e uma de 90kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco como superfosfato simples, o que acrescentou também gesso ao solo num total de 270kg/ha no primeiro cultivo de soja. Nos oito cultivos, foram aplicados micronutrientes num total de 70 kg/ha de óxido-silicatado. A adubação nitrogenada para o trigo, com uréia, foi parcelada: 20kg/ha de N no plantio e duas aplicações de 30 a 50kg/ha de N em cobertura, respectivamente, no início do perfilhamento e do emboirachamento.

Antes de cada semeadura, coletaram-se, ao acaso, vinte subamostras de solo por parcela na camada de 0 e 15cm. Nos tratamentos de 0, 4 e 8t/ha, efetuaram-se amostragens, a cada 15cm, até a profundidade de 60cm, com cinco subamostras por parcela. A análise química do solo foi realizada de acordo com o

método da EMBRAPA (1979), sendo determinados o pH em água e em  $\text{CaCl}_2$  0,01M, os teores de Al, Ca, Mg e K trocáveis, o teor de P pelo método de Mehlich e a matéria orgânica pelo método de Walkley-Black. A acidez potencial (Al + H) foi extraída com acetato de cálcio em pH 7,0 segundo Sousa et al. (1989), calculando-se, então, a saturação por bases do solo.

Foram realizadas amostragens de folhas da soja e do trigo no florescimento, bem como de grãos após a colheita para análise química. Na colheita, retiraram-se das parcelas apenas as sementes, incorporando-se a palhada ao solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produtividade de grãos

Os dados de rendimento de grãos anual e total dos quatro cultivos de soja e de trigo encontram-se, respectivamente, nos quadros 1 e 2. Considerando-se

os tratamentos de calcário aplicados a lanço, observa-se que, para a soja, a resposta à calagem foi, em geral, acentuada até a dose de 4t/ha, enquanto para o trigo, cultivado sob irrigação no período seco em sucessão à soja, os maiores rendimentos foram obtidos nas doses de 2 t/ha no 1º, 3º e 4º cultivos; no 2º, a resposta à calagem foi crescente até a dose de 4t/ha, com um rendimento de grãos de 5.234kg/ha. Os resultados indicam que a dose de 4t/ha seria a melhor opção de calagem para esse solo, no sistema de cultivos sucessivos com soja e trigo. Tal dose é equivalente à indicada pelo método SMP para elevar o pH deste solo para 5,5 e sua saturação por bases para 50%. A dose de calcário de 6t/ha, recomendada com base no Al, Ca e Mg trocáveis, teria superestimado a necessidade real de calcário do solo.

Tomando-se os tratamentos com adições parciais de calcário, observa-se que, quanto ao modo de aplicação, os rendimentos de grãos foram aumentando gradativamente, estando relacionados ao total adicio-

**Quadro 1. Produtividade de grãos de soja cv. Savana em quatro cultivos sucessivos ao trigo, em função de doses de calcário em solo glei pouco húmico. Dados médios de quatro repetições**

| Doses de calcário                       | 1986/87 | 1987/88 | 1988/89 | 1989/90 | Total    |
|---|---------|---------|---------|---------|----------|
| t/ha                                    | kg/ha   |         |         |         |          |
| 0                                       | 1.545d  | 1.790c  | 1.916d  | 1.235c  | 6.486d   |
| 2                                       | 2.603b  | 3.489b  | 3.040c  | 3.290b  | 12.422c  |
| 4                                       | 3.011a  | 3.958a  | 3.310ab | 3.500ab | 13.780ab |
| 6                                       | 3.103a  | 4.110a  | 3.504a  | 3.519ab | 14.236a  |
| 8                                       | 3.104a  | 4.147a  | 3.330ab | 3.749a  | 14.330a  |
| 2 + 2 (87/88) <sup>(1)</sup>            | 2.449b  | 3.844a  | 3.287ab | 3.589ab | 13.169b  |
| 2 + 0,5 Sulco (soja) <sup>(1)</sup>     | 2.646b  | 3.950a  | 3.248bc | 3.650ab | 13.494b  |
| 0,5 Sulco (soja e trigo) <sup>(1)</sup> | 1.811c  | 3.276b  | 3.123bc | 3.610ab | 11.819c  |
| CV (%)                                  | 6,2     | 6,7     | 4,9     | 8,1     | 3,9      |

<sup>(1)</sup> Dose de 4t/ha aplicada de forma parcial em quatro anos ou oito cultivos sucessivos.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si estatisticamente (Duncan, 5%).

**Quadro 2. Produtividade de grãos de trigo cv. BR 12 em quatro cultivos sucessivos à soja, em função de doses de calcário em solo glei pouco húmico. Dados médios de quatro repetições**

| Doses de calcário                       | 1987    | 1988    | 1989    | 1990   | Total     |
|---|---------|---------|---------|--------|-----------|
| t/ha                                    | kg/ha   |         |         |        |           |
| 0                                       | 2.666e  | 1.950d  | 2.150c  | 2.087b | 8.850d    |
| 2                                       | 4.058a  | 4.493c  | 3.617a  | 3.332a | 15.510abc |
| 4                                       | 3.888ab | 5.234a  | 3.532ab | 3.546a | 16.200a   |
| 6                                       | 3.238cd | 5.197a  | 3.252ab | 3.546a | 15.234abc |
| 8                                       | 2.398e  | 5.272a  | 3.137b  | 3.353a | 14.161c   |
| 2 + 2 (87/88) <sup>(1)</sup>            | 3.852ab | 4.867ab | 3.460ab | 3.493a | 15.671ab  |
| 2 + 0,5 Sulco (soja) <sup>(1)</sup>     | 3.598bc | 4.922ab | 3.251ab | 3.508a | 15.278abc |
| 0,5 Sulco (soja e trigo) <sup>(1)</sup> | 3.111d  | 4.283c  | 3.322ab | 3.597a | 14.313bc  |
| CV(%)                                   | 7,8     | 8,4     | 8,6     | 10,1   | 6,0       |

<sup>(1)</sup> Dose de 4t/ha aplicada de forma parcial em quatro anos ou oito cultivos sucessivos.

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem entre si estatisticamente (Duncan 5%).

nado, independentemente da forma de aplicação. A diferença entre os tratamentos refletiu no total de grãos de soja e trigo produzidos, favorecendo a adição total do calcário a lanço em função da maior produtividade inicial. Outros aspectos, como custo de transporte, número de operações de máquinas e uso de implementos, também deverão ser considerados nesta análise.

A figura 1 apresenta os acréscimos gradativos de rendimento com a aplicação parcial do calcário no sulco de semeadura até atingir a mesma produção do tratamento em que o calcário foi aplicado totalmente a lanço no início do experimento. Respostas semelhantes à adição de calcário em doses de 300 e 450 kg/ha, no sulco de semeadura, foram obtidas por Carvalho & Muerer (1980) com a cultura de soja, em latossolo vermelho-escuro argiloso, embora não se visualize vantagem alguma em substituir a calagem a lanço pela adição de pequenas doses de calcário no sulco de semeadura. Esta forma de aplicação, se economicamente conveniente, poderia ser utilizada para reposição de calcário, em áreas já cultivadas e que necessitem apenas de pequenas doses.

Os dados de peso do hectolitro e de mil grãos são apresentados no quadro 3. Essas medidas fornecem a densidade dos grãos, refletindo-se na produção da farinha do trigo. O padrão comercial do peso hectolitro está em torno de 78 kg/hl, sendo o limite inferior aceitável de 65 kg/hl, abaixo do qual não há comercialização oficial em vista de o grão não se prestar para fins industriais (Mundstock, 1983). Os resultados mostram uma redução gradativa deste parâmetro com o aumento das doses de calcário, embora não se tenha reduzido ao limite inferior comercial. O peso de mil grãos também diminuiu com a calagem, embora até a dose de 4 t/ha se tenha mantido dentro do padrão esperado para variedade de trigo, conforme Silva & Gomes (1990).

### Nutrientes nas folhas e sementes

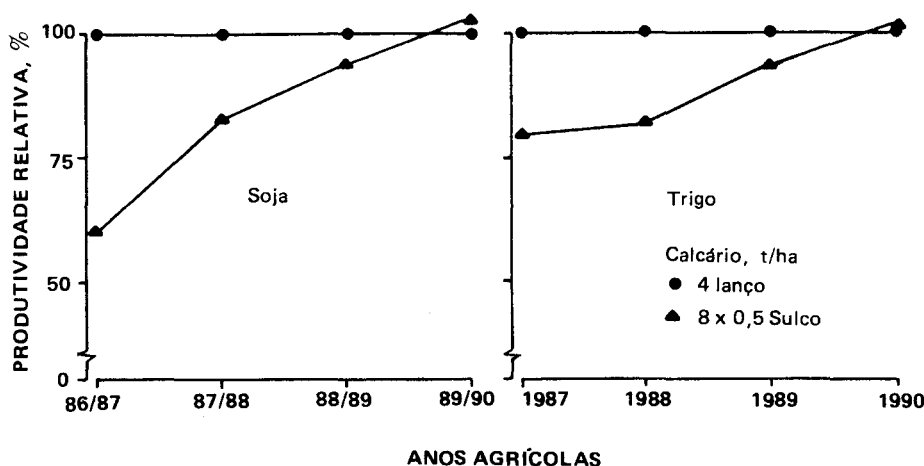
Os dados de análise química de folhas e de sementes de soja e trigo nas doses de calcário aplicadas a lanço são apresentadas, respectivamente, nos quadros 4 e 5. Para a soja houve, de modo geral, uma tendência a acréscimo nos teores de N, Ca, Mg e P com o aumento das doses de calcário, e decréscimo nos teores de K, Zn e Mn. O efeito da calagem na redução dos teores destes nutrientes foi observado por outros autores (Carvalho & Muerer, 1980), estando relacionado ao efeito do aumento do pH sobre sua disponibilidade.

Quanto ao trigo (Quadro 5), os resultados foram semelhantes aos da soja, sendo ainda observada pequena redução nos teores de S e Cu em função da calagem. Foi medido também o teor de boro, cuja deficiência tem sido associada à esterilidade masculina do trigo. O teor de boro aumentou significativa-

**Quadro 3. Peso do hectolitro e de 1.000 grãos de trigo BR 12, em função de doses de calcário em solo glei pouco húmico. Dados médios de quatro cultivos e quatro repetições**

| Calcário | Peso do hectolitro | Peso de mil grãos |
|----------|--------------------|-------------------|
| t/ha     | kg/hl              | g                 |
| 0        | 79,8a              | 41a               |
| 2        | 79,2ab             | 42a               |
| 4        | 77,5bc             | 40ab              |
| 6        | 76,2cd             | 37bc              |
| 8        | 75,5d              | 36c               |
| CV(%)    | 1,6                | 6,1               |

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente (Duncan 5%).



**Figura 1. Produtividade relativa de quatro cultivos sucessivos de soja 'Savana' e de trigo 'BR-12' na dose de 4 t/ha de calcário. Corretivo aplicado a lanço no primeiro ano e parcelado em oito aplicações de 0,5 t/ha no sulco a cada plantio, em solo glei pouco húmico. (Obs: ligação entre pontos apenas para apresentação.)**

mente com a calagem nas folhas e nos grãos do trigo até a dose de 4t/ha. A partir desta dose, os teores de boro nas folhas estiveram acima de 15ppm, que é o limite inferior de suficiência sugerido por Jones Júnior (1973).

#### Reações do calcário no solo e efeito residual

Pelos teores de cálcio e magnésio trocáveis, foi estimada a taxa de dissolução do calcário após um ano de sua incorporação ao solo. Verificou-se que cerca de

**Quadro 4. Teor de nutrientes nas folhas e nos grãos de soja Savana, em função de doses de calcário a lançar, em solo glei pouco húmico. Dados médios de quatro cultivos e quatro repetições**

| Calcários | N     | Ca    | Mg     | P      | K      | S <sup>(1)</sup> | Cu <sup>(1)</sup> | Fe <sup>(1)</sup> | Zn <sup>(1)</sup> | Mn <sup>(1)</sup> |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| t/ha      | %     |       |        |        |        | ppm              |                   |                   |                   |                   |
| Folhas    |       |       |        |        |        |                  |                   |                   |                   |                   |
| 0         | 4,56a | 0,81a | 0,30b  | 0,36a  | 2,26a  | 0,14a            | 12a               | 152a              | 60a               | 68a               |
| 2         | 5,28a | 0,82a | 0,38a  | 0,40a  | 2,21a  | 0,15a            | 12a               | 152a              | 54a               | 64ab              |
| 4         | 5,22a | 0,80a | 0,38a  | 0,40a  | 2,14a  | 0,15a            | 12a               | 151a              | 53a               | 62ab              |
| 6         | 5,38a | 0,86a | 0,40a  | 0,40a  | 2,07a  | 0,14a            | 12a               | 152a              | 55a               | 65ab              |
| 8         | 5,43a | 0,87a | 0,41a  | 0,40a  | 2,00a  | 0,18a            | 12a               | 152a              | 52a               | 60b               |
| CV(%)     | 11    | 6     | 10     | 10     | 14     | 21               | 5                 | 7                 | 9                 | 7                 |
| Grãos     |       |       |        |        |        |                  |                   |                   |                   |                   |
| 0         | 5,46b | 0,25a | 0,26b  | 0,56a  | 1,77a  | 0,15a            | 15,5a             | 111a              | 53a               | 42a               |
| 2         | 5,92a | 0,22b | 0,27ab | 0,52b  | 1,67b  | 0,15a            | 5,0a              | 97a               | 47b               | 26b               |
| 4         | 6,18a | 0,22b | 0,28a  | 0,54ab | 1,71ab | 0,15a            | 14,2b             | 97a               | 45b               | 21c               |
| 6         | 6,06a | 0,21b | 0,28a  | 0,56ab | 1,71ab | 0,15a            | 12,4c             | 101a              | 40c               | 20c               |
| 8         | 6,14a | 0,22b | 0,28a  | 0,57a  | 1,66b  | 0,16a            | 11,7d             | 100a              | 40c               | 20c               |
| CV (%)    | 4     | 8     | 3      | 4      | 3      | 14               | 3                 | 12                | 6                 | 11                |

<sup>(1)</sup> Dados médios de um cultivo e quatro repetições.

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente (Duncan 5%).

**Quadro 5. Teor de nutrientes nas folhas e nos grãos de trigo BR 201 em função de doses de calcário a lançar, em solo glei pouco húmico. Dados médios de três cultivos e quatro repetições**

| Calcário | N     | Ca     | Mg     | P     | K     | S <sup>(1)</sup> | Cu <sup>(1)</sup> | Fe <sup>(1)</sup> | Zn <sup>(1)</sup> | Mn <sup>(1)</sup> | B <sup>(1)</sup> |
|----------|-------|--------|--------|-------|-------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| t/ha     | %     |        |        |       |       | ppm              |                   |                   |                   |                   |                  |
| Folhas   |       |        |        |       |       |                  |                   |                   |                   |                   |                  |
| 0        | 4,27a | 0,35b  | 0,14c  | 0,28a | 2,98a | 0,19a            | 6,5b              | 91a               | 22b               | 107a              | 8,1b             |
| 2        | 4,40a | 0,38ab | 0,21bc | 0,31a | 2,62a | 0,18a            | 7,7a              | 94a               | 24ab              | 89b               | 9,8b             |
| 4        | 4,45a | 0,42ab | 0,27ab | 0,33a | 2,56a | 0,17a            | 7,6a              | 97a               | 26a               | 57c               | 17,6a            |
| 6        | 4,51a | 0,41ab | 0,29ab | 0,34a | 2,60a | 0,18a            | 6,6ab             | 116a              | 25ab              | 34d               | 15,7a            |
| 8        | 4,33a | 0,48a  | 0,36a  | 0,36a | 2,44a | 0,16a            | 6,6b              | 100a              | 24ab              | 19e               | 16,6a            |
| CV(%)    | 10    | 16     | 22     | 14    | 11    | 15               | 8                 | 18                | 8                 | 14                | 16               |
| Grãos    |       |        |        |       |       |                  |                   |                   |                   |                   |                  |
| 0        | 2,53a | 0,08a  | 0,11c  | 0,38a | 0,38a | 0,13a            | 5,0a              | 76b               | 53a               | 129a              | 0,44c            |
| 2        | 2,51a | 0,06c  | 0,18b  | 0,39a | 0,38a | 0,13a            | 4,8ab             | 74b               | 51b               | 92b               | 0,92c            |
| 4        | 2,54a | 0,06c  | 0,19ab | 0,40a | 0,38a | 0,11ab           | 4,7ab             | 99ab              | 56a               | 70c               | 3,92a            |
| 6        | 2,54a | 0,06c  | 0,19a  | 0,40a | 0,39a | 0,11ab           | 4,1ab             | 99ab              | 47bc              | 42d               | 2,80b            |
| 8        | 2,52a | 0,07b  | 0,19a  | 0,40a | 0,39a | 0,10b            | 3,9b              | 109a              | 43c               | 27d               | 2,85b            |
| CV(%)    | 3     | 10     | 6      | 5     | 6     | 13               | 14                | 19                | 6                 | 15                | 28               |

<sup>(1)</sup> Dados médios de um cultivo e quatro repetições.

Médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si estatisticamente (Duncan 5%).

97, 89, 77 e 68%, respectivamente, das doses de 2, 4, 6 e 8t/ha haviam reagido. Como se pode observar no quadro 6, após o primeiro ano, a dose de 4t/ha elevou a saturação por bases na camada superficial do solo para 44%, que permaneceu ainda em 45% após 4 anos. Os dados de pH, cálcio + magnésio e alumínio trocáveis completam a caracterização desse efeito residual do calcário, mesmo após oito cultivos sucessivos, neste sistema agrícola intensivo.

Em outros solos, tem-se verificado uma perda muito pequena do efeito residual do calcário com o tempo de cultivo. Anjos et al. (1981) observaram, num cambissolo húmico, que o pH atinge os valores máximos aos dez meses após a aplicação do calcário e que as doses de 10 e 20t/ha mantiveram por, no mínimo, 48 meses, um baixo teor de Al e níveis adequados de Ca e Mg para a cultura. Em latossolo vermelho-escuro

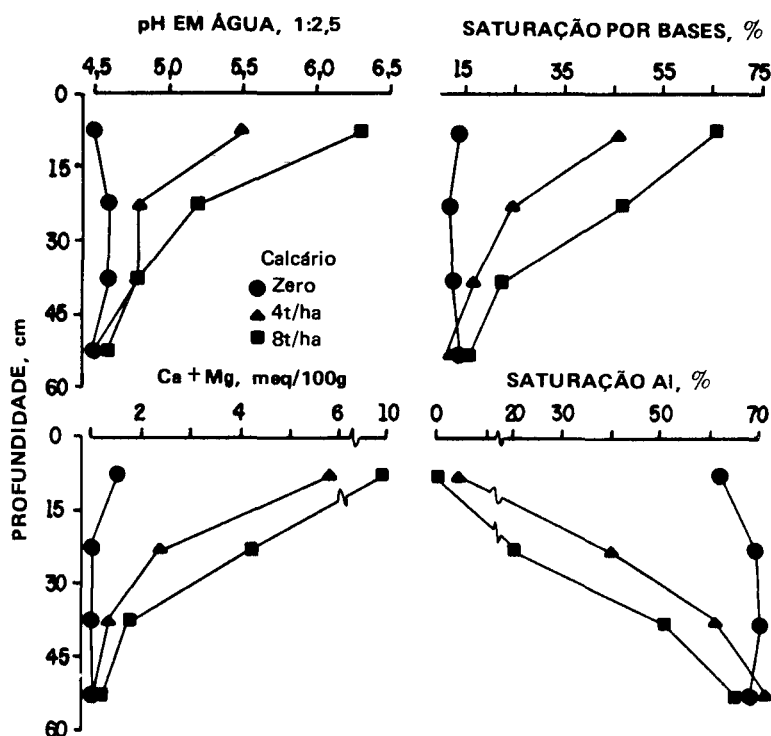
argiloso, as doses de calcário recomendadas para elevar o pH de solo para 5,5 e 6,0 têm mantido condições adequadas de pH, Ca, Mg e Al pelo menos até os 66 meses de sua aplicação, durante sete cultivos sucessivos (Miranda et al., 1980).

É interessante notar que o teor de matéria orgânica permaneceu praticamente inalterado, seja em relação às doses de calcário aplicadas, seja ao tempo de cultivo, em todos os tratamentos. O manejo dos restos culturais no experimento, com retorno e incorporação da palhada nas parcelas, pode ter contribuído para essa manutenção da matéria orgânica no solo. Por outro lado, no tratamento sem calcário com menor fitomassa produzida, também ocorreria menor mineralização da matéria orgânica.

Na figura 2 encontram-se os dados de análise de solo até a profundidade de 60cm, após o 8º cultivo, dos

**Quadro 6. Dados de análise química de um solo glei pouco húmico após um ano e quatro anos da aplicação de doses de calcário a lanço. Dados médios de quatro repetições**

| Calcário | pH Água 1:2,5 |      | Al        |      | Ca+Mg |      | V-Sat. bases |      | M. orgânica |      |
|----------|---------------|------|-----------|------|-------|------|--------------|------|-------------|------|
| 9/86     | 9/87          | 9/90 | 9/87      | 9/90 | 9/87  | 9/90 | 9/87         | 9/90 | 9/87        | 9/90 |
| t/ha     |               |      | meq/100 g |      |       |      | %            |      |             |      |
| 0        | 4,6           | 4,4  | 2,7       | 2,8  | 1,7   | 1,2  | 14           | 12   | 3,1         | 3,0  |
| 2        | 5,0           | 5,2  | 1,1       | 1,4  | 3,9   | 3,0  | 30           | 29   | 3,2         | 3,2  |
| 4        | 5,4           | 5,5  | 0,2       | 0,4  | 5,6   | 4,6  | 44           | 45   | 3,1         | 3,0  |
| 6        | 5,8           | 6,0  | 0,0       | 0,0  | 6,7   | 6,6  | 51           | 61   | 3,0         | 3,0  |
| 8        | 6,0           | 6,3  | 0,0       | 0,0  | 7,6   | 7,7  | 61           | 71   | 3,0         | 2,9  |



**Figura 2. Dados de análise química de quatro camadas de um solo glei pouco húmico, aos quatro anos após a aplicação das doses 0, 4 e 8t/ha de calcário. Dados médios de quatro repetições.**

tratamentos 0, 4 e 8t/ha. Confirmaram-se os acréscimos esperados de pH, saturação por bases e teores de cálcio e magnésio, e o decréscimo na saturação por alumínio. Esses efeitos são evidentes, principalmente na profundidade de incorporação do calcário (0-15cm), mostrando também razoável melhoria das condições químicas do solo na camada de 15-30cm, o que certamente beneficiou o desenvolvimento radicular das plantas.

#### Relação entre rendimento de grãos e saturação por bases

Os dados de rendimento relativo de grãos do 2º, 3º e 4º cultivos de soja e trigo nos tratamentos de calcário aplicados a lanço, foram relacionados à saturação por bases do solo, medida antes do plantio (Figura 3). Observa-se que a faixa de maior produção relativa está situada entre 40 e 60% de saturação por bases no solo. Embora o trigo tenha produzido bem em condições de saturação por bases menores que 40%, para o sistema englobando as duas culturas a saturação por bases adequada estaria em torno de 50%. Este tem sido o limite superior de saturação por bases recomendado para solos de Cerrado (Sousa et al., 1989). O solo glei pouco húmico estudado encontra-se em área bem drenada, que se assemelharia, neste aspecto, aos solos normais.

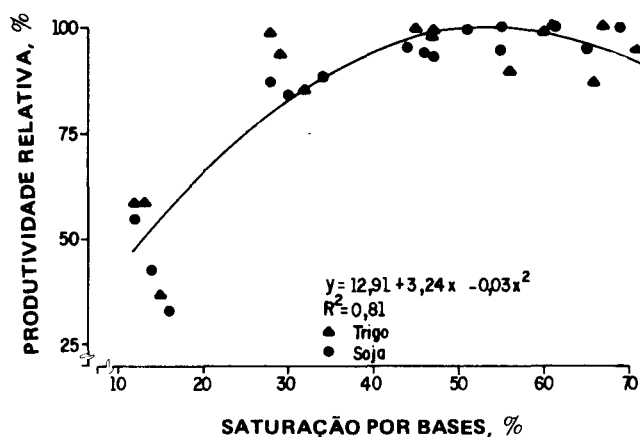


Figura 3. Produtividade relativa de três cultivos sucessivos de soja 'Savana' e de trigo 'BR-12' em função da saturação por bases de um solo glei pouco húmico, medida antes do plantio. Dados de trinta amostras, médias de quatro repetições.

A saturação por bases do solo e o pH medido em água na relação 1:2,5 apresentaram uma relação linear (Figura 4), com a saturação por bases adequada de 50% correspondendo a um pH de 5,6, dentro da faixa de pH recomendada para culturas anuais. A relação entre esses dois parâmetros é bastante semelhante à encontrada por Sousa et al. (1989) para outros tipos de solos de Cerrado bem drenados.

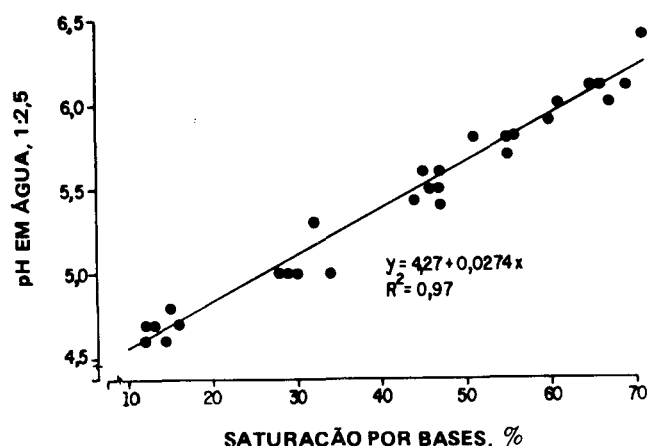


Figura 4. Relação entre o pH em água (1:2,5) e a saturação por bases de um solo glei pouco húmico. Dados de trinta amostras, médias de quatro repetições.

#### CONCLUSÕES

1. A dose de 4t/ha de calcário foi a mais indicada para correção da acidez deste solo no sistema de cultivos sucessivos soja/trigo.
2. A dose de calcário pode ser parcelada combinando aplicações a lanço e no sulco de semeadura.
3. O calcário apresentou um satisfatório efeito residual no solo glei pouco húmico. A dose de 4t/ha, por exemplo, após 8 cultivos sucessivos, manteve um pH de 5,4 e uma saturação por bases de 45%.
4. A dose adequada de calcário para este solo pode ser recomendada por dois métodos: (a) SMP, para elevar o pH para 5,5; (b) para elevar a saturação por bases para 50%.

#### AGRADECIMENTOS

À Chefia do CPAC/EMBRAPA pelo apoio e pelas condições favoráveis à execução do trabalho, e ao Técnico Agrícola Fernando Olinto Badú, pelo auxílio na instalação e condução do experimento.

#### LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, D.L. de; SUHET, A.R.; FRAGA, M.A. de S.; EIRA, P.A. do & POLLI, H. de. Resposta da cultura da soja (*Glycine max* (L. Merrill)) à adubação fosfatada e à calagem em quatro solos dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 2(3):196-200, 1970.
- ANJOS, J.T. dos; PUNDEK, M.; TASSINARI, G. & GRIMM, S.S. Efeito da calagem e da adubação fosfatada sobre algumas propriedades químicas de um Cambissolo Húmico Distrófico cultivado com milho. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 5(1):50-54, 1981.

- BATAGLIA, O.C.; CAMARGO, C.E. de O.; OLIVEIRA, O.F. de; NAGAI, V. & RAMOS, V.J. Resposta à calagem de três cultivares de trigo com tolerância diferencial ao alumínio. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 9(2):139-147, 1985.
- CARVALHO, J.A.A. & MEURER, E.J. Aplicação de calcário a lanço e em linhas para o cultivo da soja. Solo, R. bras. Ci. Solo, Campinas, 4(3):170-173, 1980.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Relatório Técnico Anual, 1980-1981, Planaltina, 1982. p.83-86.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.
- FREIRE, F.M. & NOVAIS, R.F. Solos de várzeas - características e problemas relativos à fertilidade. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 6(65):24-34, 1980.
- GALRÃO, E.Z.; SOUZA, D.M.G. & PERES, J.R.R. Caracterização de deficiências nutricionais em solos de várzeas da região dos Cerrados. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 19(9):1091-1101, 1984.
- JONES JUNIOR, J.B. Plant tissue analysis for micronutrients. In: MORTVEDT, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L., eds. Micronutrients in agriculture. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America, 1973. p.319-346.
- MIRANDA, L.N. de; MIELNICZUK, J. & LOBATO, E. Calagem e adubação corretiva. In: MARCHETTI, D. & MACHADO, A.D., coords. Cerrado, uso e manejo. Brasília, Editerra, 1980. p.523-591.
- MUNDSTOCK, C.M. Cultivo dos cereais de estação fria: trigo, cevada, aveia, centeio, alpiste e triticales. Porto Alegre, Gráfica e Editora NBS, 1983. p.229-239.
- SILVA, D.B. da & GOMES, A.C. Espaçamento e densidade de semeadura em trigo irrigado na região dos Cerrados. Pesq. Agropec. bras., Brasília, 25(3):305-315, 1990.
- SOUZA, D.M.G. de; MIRANDA, L.N. de; LOBATO, E. & CASTRO, L.H.R. de. Métodos para determinar as necessidades de calagem em solos de Cerrados. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 13(2):193-198, 1989.